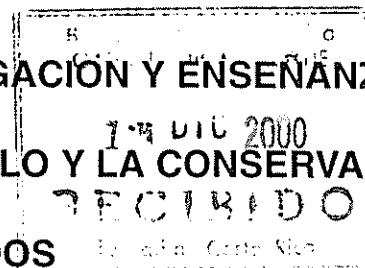


**CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA**  
**PROGRAMA DE ENSEÑANZA PARA EL DESARROLLO Y LA CONSERVACION**  
**ESCUELA DE POSGRADUADOS**



**ESTIMACIÓN DEL VALOR DE LA CALIDAD DEL AGUA EN LA CUENCA  
DEL RÍO ACELHUATE DE EL SALVADOR.**

**POR**

**CRISTÓBAL MEJÍA ARTIGA**

**CATIE**

Turrialba, Costa Rica  
2000

Biblioteca Comemorativa  
ORTON - IICA - CATIE

1<sup>ra</sup> DIC 2000

RECIBIDO

**CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA<sup>ca</sup>**  
**PROGRAMA DE EDUCACIÓN PARA EL DESARROLLO Y LA CONSERVACIÓN**  
**ESCUELA DE POSGRADUADOS**

***ESTIMACIÓN DEL VALOR DE LA CALIDAD DEL AGUA EN LA CUENCA  
DEL RÍO ACELHUATE DE EL SALVADOR.***

**POR**

**CRISTÓBAL MEJÍA ARTIGA**

**CATIE**

**Turrialba, Costa Rica  
2000**

**CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA  
PROGRAMA DE EDUCACIÓN PARA EL DESARROLLO Y LA CONSERVACIÓN  
ESCUELA DE POSGRADUADOS**

**Tesis sometida a la consideración de la Escuela de Posgraduados, Programa de Educación para el Desarrollo y la Conservación del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza para optar por el grado de:**

***Magister Scientiae***

**por**


**Cristóbal Mejía Artiga**

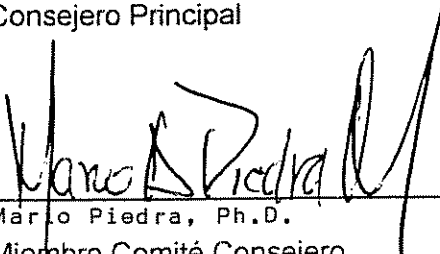
**Turrialba, Costa Rica  
2000**

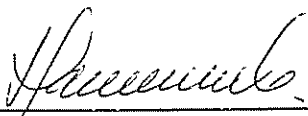
Esta tesis ha sido aceptada en su presente forma, por el Programa de Educación para el Desarrollo y la Conservación y la Escuela de Posgraduados del CATIE y aprobada por el Comité Consejero del estudiante como requisito parcial para optar por el grado de:

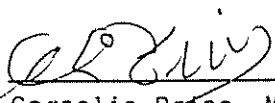
*MAGISTER SCIENTIAE*

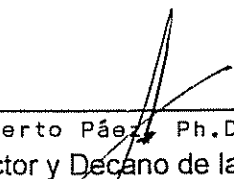
FIRMANTES:

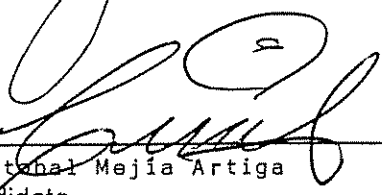
  
\_\_\_\_\_  
Robert Hearne, Ph.D.  
Consejero Principal

  
\_\_\_\_\_  
Mario Piedra, Ph.D.  
Miembro Comité Consejero

  
\_\_\_\_\_  
Jorge Faustino, Ph.D.  
Miembro Comité Consejero

  
\_\_\_\_\_  
Cornelis Prins, M.Sc.  
Miembro Comité Consejero

  
\_\_\_\_\_  
Gilberto Pérez, Ph.D.  
Director y Decano de la Escuela de Posgraduados

  
\_\_\_\_\_  
Cristóbal Mejía Artiga  
Candidato

## DEDICATORIA

A mis queridos padres pilares e impulsores de mi vida.

A mis hermanas Kenia y Yeni por su incomparable apoyo y ayudarme a creer en mi mismo.

## AGRADECIMIENTOS

A Dios y a la vida por haberme permitido culminar mis estudios.

Agradezco especialmente a mi profesor consejero Robert Hearne, PhD, por su apoyo e interés a la realización del presente estudio.

A los miembros del Comité Asesor, profesor Mario Piedra, PhD, profesor Jorge Faustino, PhD, y profesor Cornelis Prins, MSc, por sus aportes y cooperación.

Al Dr. Gilberto Páez y todo el personal de la Escuela de Posgraduados por su valiosa ayuda y colaboración abnegada.

A Jhony Perez por su valioso aporte en la parte estadística y análisis de datos.

A las instituciones BANCO MUNDIAL, CATIE, CENTA, Y FUNDA TROPICOS por haberme hecho acreedor de una beca y darme la oportunidad de realizar mis estudios de Maestría.

A mis compañeros y verdaderos amigos.

A todas aquellas personas que brindaron su ayuda en el preciso momento.

## BIOGRAFÍA

El autor nació en la ciudad de Suchitoto, departamento de Cuscatlán, El Salvador, Centroamérica, el 08 de enero de 1973.

Realizó sus estudios de primaria en el colegio Buenaventura Santa María de Suchitoto y secundaria en la Escuela Urbana Mixta Alberto Masferrer de Nueva San Salvador, en los años de 1979 a 1987. Posteriormente sus estudios de Bachiller los realizó en el Colegio Salesiano Santa Cecilia en los años de 1988 a 1990.

De 1991 a 1994 realizó sus estudios de Agronomía en la Escuela Nacional de Agricultura "Roberto Quiñonez" de El Salvador, además de haber realizado estudios de Inglés en el Centro Cultural Salvadoreño (CCS) y de computación en el Instituto Técnico Centroamericano de Nueva San Salvador (ITCA).

Sus estudios de Ingeniería Agronómica Generalista los realizó en la Universidad Técnica Latinoamericana (UTLA) a partir del mes de junio de 1994 hasta el año de 1998. Laborando al mismo tiempo a partir del año 1994 hasta la fecha para El Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal (CENTA) como extensionista.

En los meses de octubre a diciembre de 1997, participó como enviado de CENTA y auspiciado por la Agencia Internacional de Cooperación Japonesa (JICA) en el curso de entrenamiento titulado "Upland Farming Management and Research" realizado en Japón.

Ingresó al programa de Maestría del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) en enero de 1999. Obtuvo el título de *Magister Scientiae* en el mes de diciembre del 2000, en el área de Socioeconomía Ambiental con énfasis en Administración y Gerencia.

## CONTENIDO

DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTOS.....	iv
BIOGRAFÍA.....	v
CONTENIDO.....	vi
RESUMEN.....	viii
SUMMARY.....	ix
LISTA DE CUADROS.....	x
LISTA DE FIGURAS.....	xi
<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
1.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	1
1.2 OBJETIVOS.....	3
1.2.1 Objetivo general.....	3
1.2.2 Objetivos específicos.....	3
1.3 HIPÓTESIS.....	4
<b>2. REVISIÓN DE LITERATURA.....</b>	<b>5</b>
2.1 BASE ECONÓMICA.....	5
2.2 PRODUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE EN EL SALVADOR.....	6
2.3 COBERTURA DEL SERVICIO DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS.....	6
2.4 REFORMA DEL SECTOR HÍDRICO Y DEL SUBSECTOR DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO.....	7
2.5 VALORACIÓN ECONÓMICA DE LOS RECURSOS AMBIENTALES.....	8
2.6 MÉTODOS DE VALORACIÓN DE NO MERCADO.....	10
2.7 MÉTODO DE VALORACIÓN CONTINGENTE (MVC) EN LA VALORACIÓN DEL RECURSO AGUA.....	10
2.7.1 Pasos del Análisis de Valoración Contingente.....	11
2.7.2 Ventajas y Desventajas.....	11
2.7.3 Técnicas de Encuesta en Valoración Contingente.....	12
2.7.4 Tipos de sesgos en las respuestas.....	13
2.7.5 Formato de las preguntas para determinar voluntad de pago (VDP).....	16
2.7.6 Teoría de análisis para la estimación del modelo dicotómico doble.....	18
2.7.7 Casos de valoración contingente (VC).....	20
2.8 RECURSOS HÍDRICOS Y CALIDAD DEL AGUA.....	24
2.9 TECNOLOGÍA EN SISTEMAS DE TRATAMIENTO PARA AGUAS SERVIDAS.....	26
2.9.1 Pre-Tratamiento o Tratamiento preliminar.....	26
2.9.2 Tratamiento Primario.....	27
2.9.3 Tratamiento Secundario o Biológico.....	28
2.9.4 Tratamiento Terciario o Avanzado.....	29
2.10 DIAGNOSTICO INSTITUCIONAL.....	31



<b>3. METODOLOGÍA.....</b>	<b>34</b>
3.1 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE INVESTIGACIÓN .....	34
3.1.1 PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DE LA CUENCA DEL RÍO ACELHUATE .....	36
3.2 PROCESO DE RECOLECCIÓN DE DATOS .....	37
3.3 GRUPO FOCAL .....	39
3.4 CARACTERIZACIÓN DE LA POBLACIÓN .....	39
3.5 TAMAÑO DE LA MUESTRA .....	43
3.6 ENCUESTA PILOTO .....	46
3.7 ORGANIZACIÓN Y EJECUCIÓN DE LAS ENCUESTAS FINALES .....	47
3.7.1 <i>Diseño de la encuesta</i> .....	48
3.7.2 <i>Variables incluidas en la encuesta</i> .....	49
3.8 ANÁLISIS ESTADÍSTICO Y ECONOMETRICO DE LOS DATOS .....	50
3.8.1 <i>Procedimiento del Análisis Dicotómico Logit</i> .....	50
3.8.1.2 <i>Prueba de Rango (Scope)</i> .....	52
3.8.1.3 <i>Dicotómico Logit Doble</i> .....	53
3.8.1.4 <i>Estimación de la media de voluntad de pago (VDP)</i> .....	54
3.9 COSTO ANUAL UNIFORME EQUIVALENTE DE LA INVERSIÓN .....	56
3.9.1 <i>Costos para plantas de tratamiento secundario en El Salvador</i> .....	57
3.9.2 <i>TARIFA ACTUAL</i> .....	59
3.9.3 <i>DIAGNOSTICO INSTITUCIONAL</i> .....	61
<b>4. RESULTADO Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>63</b>
4.1 RECONOCIMIENTO DEL ÁREA .....	63
4.1.1 <i>Determinación de las características hidrológicas de la cuenca</i> .....	65
4.2. INSTITUCIONES PRESENTES EN LA ZONA DE ESTUDIO. ....	65
4.3 VALORACIÓN DEL AGUA .....	67
4.3.1 <i>Tratamiento Secundario</i> .....	67
4.3.2 <i>calculo del consumo de agua promedio percapita</i> .....	68
4.3.3 <i>Valor del costo anual uniforme equivalente (CAUE)</i> .....	69
4.3.4 <i>Tratamiento terciario</i> .....	72
4.4 ANÁLISIS ESTADÍSTICO Y ECONOMETRICO .....	74
4.4.1 <i>Análisis descriptivo de la encuesta</i> .....	74
4.4.2 <i>Análisis Econométrico</i> .....	79
4.5 DIAGNOSTICO INSTITUCIONAL .....	91
4.5.1 <i>Diagnostico de Políticas, Aspectos legales e institucionales del sector agua</i> .....	91
4.5.2 <i>Análisis de barreras políticas e institucionales</i> .....	94
4.5.3 <i>La estrategia nacional del medio ambiente</i> .....	95
4.5.4 <i>Disponibilidad del recurso hídrico</i> .....	97
4.5.5 <i>Capacidad de gestión institucional</i> .....	99
4.5.6 <i>Análisis, Síntesis, y Reflexión de Resultados</i> .....	101
<b>5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>104</b>
5.1 CONCLUSIONES .....	104
5.2 RECOMENDACIONES .....	107
<b>6. BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>109</b>
<b>7. ANEXOS.....</b>	<b>114</b>

## RESUMEN

**Mejía Artiga Cristóbal. 2000. *Estimación del Valor de la Calidad del Agua en la cuenca Del Río Acelhuate de El Salvador.***

Palabras claves: Método de Valoración Contingente (MVC), Voluntad de Pago (VDP), Dicotómico Simple (Single Bounded), Dicotómico Doble (Double Bounded), Prueba de Rango (Scope), Plantas de Tratamiento, Aguas Servidas, Costo Promedio, Recursos Hídricos, Río Acelhuate, Diseño de Políticas.

En El Salvador el 90 % de los ríos se encuentran contaminados y la Cuenca del río Acelhuate es una de las más contaminadas, presentando graves problemas ambientales, los cuales afectan la población del municipio de Guazapa y de otros municipios aledaños. Anualmente mueren en El Salvador docemil niños por enfermedades causadas por aguas contaminadas y más de cuatro millones de niños al año en el mundo. Los servicios de agua potable y alcantarillado son factores decisivos para el desarrollo económico y social de un país, razón por la cual es imprescindible ampliar y mejorar su cobertura así como promover su adecuado aprovechamiento y tratamiento.

El presente estudio busca contribuir a la toma de decisiones y al diseño de políticas para el manejo eficiente de los recursos hídricos en El Salvador, mediante la estimación del valor económico de la calidad del agua a través de la voluntad a pagar por sistemas de tratamientos para aguas servidas en la cuenca del Río Acelhuate.

La metodología utilizó grupos focales que permitieron conocer e identificar mejor la problemática actual, aspectos legales e institucionales, y nuevas variables que pudiesen incluirse en la encuesta. Se utilizó el Método de Valoración Contingente (MVC) mediante la aplicación de una encuesta personal, para determinar la voluntad de pago (VDP) de la población del Municipio de Guazapa, para el establecimiento de plantas de tratamiento de aguas servidas.

En la metodología se aplicó el método dicotómico simple (Single Bounded), para la primer ronda de respuestas y un dicotómico doble (Double Bounded), para la primera y segunda ronda. Una prueba de rango (scope), para conocer el valor que otorgan las personas a los cambios en su bienestar al mejorar la calidad del agua del río Acelhuate.

También se determinó que la media de voluntad de pago (MVDP) por familia, adicional en su tarifa de agua mensualmente, es de 13.07 colones salvadoreños (U\$ 1.50) y 11.75 colones salvadoreños (U\$ 1.35) con el método "Single Bounded" y "Double Bounded" respectivamente; y para la prueba de amplitud "Scope" se encontró una MVDP mensual de U\$ 1.17 de igual forma fue posible determinar las variables socioeconómicas (Bid, Jefe de hogar e ingreso) que influyeron significativamente en la MVDP.

También fue posible a través de información secundaria determinar los costos promedios para plantas de tratamiento secundario con tecnología local y un análisis global de aspectos políticos, legales e institucionales con relación a la cantidad, calidad y disponibilidad de los recursos hídricos en El Salvador.

Se espera que estudios como este sean de interés y contribuyan para la planificación, elaboración y ejecución de políticas en el manejo sostenible del recurso hídrico en la Cuenca del Río Acelhuate.

## SUMMARY

**Mejía Artiga Cristóbal. 2000. Estimation of the Value of the Quality of Water of the Basin of the Acelhuate river in El Salvador.**

**Key Words:** Contingent Valuation Method (CVM), Willingness-to-pay (WTP), Double Bounded, Scope, Wastewater Treatment, Water Supplies, Acelhuate River, Environmental Policy Development.

Ninety percent of the rivers in El Salvador are polluted and the basin of the Acelhuate River has the highest level of pollution which presents a serious environmental hazard for the well being of the people living in the municipality of Guazapa and surrounding areas. Annually, twelve thousand children die in El Salvador due to illnesses caused by polluted waters and more than four million children per year die in the world. Both, water supplies and sewage systems are decisive factors for the economic and social development of a country, thus, it is necessary to expand and improve their coverage in order to promote improved public health.

The present study strives to assess the economic value of the quality of water through an estimation of the willingness-to-pay for wastewater treatment systems in the Acelhuate River. Thus the present study may contribute to decision making and environmental policy development for the efficient management of water supplies in El Salvador.

The methodology used focus groups to improve the identification and assessment of the pollution problem, legal and institutional aspects, and new variables that could be included in the survey. The Contingent Valuation Method (CVM) was used to determine willingness-to-pay (WTP) of the population of the municipality of Guazapa for the establishment of wastewater treatment plants. The single bounded method was applied in the first round of answers and the double bounded method for the second round. A scope was used to ascertain the value that people would give to changes in their welfare as the quality of water of the Acelhuate River would improve.

With the single and double bounded method it was determined that the mean willingness-to-pay (MWTP) per household, in addition to the monthly water fee, is 13.07 Salvadorian colones (US \$1.50) and 11.75 Salvadorian colones (US \$1.35) respectively. The test for scope indicated a monthly MWTP of US \$1.17. It was also possible to determine the socioeconomic variables that have a significant influence in the MWTP (BID, income, and head of the family).

With the aid of secondary information it was possible to determine the average costs of secondary wastewater treatment plants with local technology and analyze the political, legal and institutional aspects in relation to the quantity, quality and availability of water supplies in El Salvador.

Our hope is that this study may be of interest and may contribute to planning, elaboration and implementation of sustainable management policies for water supplies in the Acelhuate river basin.

## LISTA DE CUADROS

<i>Cuadro 1. Captación de Agua por sistemas, en millones de metros cúbicos</i> .....	6
<i>Cuadro 2. Probabilidad de Respuestas Binarias</i> .....	19
<i>Cuadro 3. Cuenca del Río Acelhuate y sus Vertederos Industriales</i> .....	25
<i>Cuadro 4. Población por grupos etéreos</i> .....	40
<i>Cuadro 5. El Salvador Pobreza Total, Urbano y Rural</i> .....	41
<i>Cuadro 6. El Salvador Ingreso Urbano y Rural, según Niveles de Estudio, 1996</i> .....	42
<i>Cuadro 7. Vivienda Rural y Urbana de Guazapa</i> .....	42
<i>Cuadro 8. Caracterización por Estrato</i> .....	47
<i>Cuadro 9. Rangos de BIDS en Colones Salvadoreños y Dolares</i> .....	49
<i>Cuadro 10. Costo para plantas de tratamiento secundario en El Salvador</i> .....	58
<i>Cuadro 11. Causas de alteraciones ecológicas identificadas en la cuenca</i> .....	64
<i>Cuadro 12. Instituciones Presentes en la Zona de Estudio</i> .....	66
<i>Cuadro 13. Costo de Tecnología para Plantas de Tratamiento Secundario</i> .....	72
<i>Cuadro 14. Numero de Encuestas por Localidad</i> .....	74
<i>Cuadro 15. Usos que Desean dar al Río</i> .....	76
<i>Cuadro 16. Usuarios Domiciliarios</i> .....	77
<i>Cuadro 17. Descripción del Nivel Educativo, Edad Promedio y Estatus Familiar</i> .....	77
<i>Cuadro 18. Resultados del modelo dicotómico simple</i> .....	81
<i>Cuadro 19. Resultados del Modelo Logístico con la Prueba de Rango (scope)</i> .....	85
<i>Cuadro 20. Resultados del Modelo Logístico con las Variables Binarias (Dummy)</i> .....	86
<i>Cuadro 21. Resultados del Modelo Logístico Dicotómico Doble</i> .....	87
<i>Cuadro 22. Resultados de Varianza de los Parámetros en Ambos Modelos</i> .....	88

## LISTA DE FIGURAS

<i>Figura 1. Valoración de los recursos hídricos, adaptado de Castro y Barrantes, 1998</i> .....	9
<i>Figura 2. Intervalo dicotómico doble adaptado de Gonzalez - Cabán y Loomis, 1996</i> .....	19
<i>Figura 3. Mapa del Municipio de Guazapa y Recorrido del Río Acelhuate</i> .....	35
<i>Figura 4. Estructura Metodológica</i> .....	38
<i>Figura 5. Flujograma del Muestreo y Distribución de Encuestas</i> .....	45
<i>Figura 6. Flujo del Recurso Hídrico</i> .....	61
<i>Figura 7. Ingresos Promedio Mensuales por Familia (Colones Salvadoreños)</i> .....	78
<i>Figura 8. Distribución porcentual de las principales razones de no pago</i> .....	83
<i>Figura 9. Media de Voluntad de Pago en U\$</i> .....	89
<i>Figura 10. Nuevo Enfoque de Manejo Para los Recursos Hídricos</i> .....	98

## 1. INTRODUCCIÓN.

### 1.1 Definición del Problema

Durante las últimas décadas, El Salvador ha experimentado un acelerado crecimiento poblacional y un dinamismo de la economía, que lo ha conducido a una sobreutilización de los recursos naturales. El impacto generado a través de la contaminación de los recursos hídricos ha producido efectos significativos sobre la disponibilidad y calidad de los mismos (FONAES, 1999).

El valor de los recursos naturales hasta la fecha ha sido "nulo" en la mayoría de las decisiones y en lo referente al recurso hídrico, sólo se ha administrado con un sistema de valoración financiera, subsidiado social y ambientalmente (Middeton, 1995). De tal manera, el valorar los recursos naturales cobra más relevancia día a día especialmente en aquellos países que sufren de un alto índice de degradación ambiental como sucede en El Salvador.

La contaminación de los recursos hídricos es uno de los principales problemas que atañen a la población salvadoreña ya que el 90% de los Ríos en El Salvador se encuentran contaminados. La cuenca del río Acelhuate es una de las que presenta los mayores problemas de contaminación, debido a la descarga de aguas residuales proveniente de los centros urbanos, suburbanos y vertidos producidos por la actividad industrial. Hasta la fecha no existen plantas propicias para tratamientos de aguas negras antes de ser descargadas a los cuerpos de agua. Asimismo de las 1,530 industrias registradas con el Ministerio de Salud Pública solamente el 7 % de estas tratan sus aguas de desecho antes de verterlas a los ríos y Lagos del País (PAES, 1999).

Según estudios realizados por El Fondo Ambiental de El Salvador (FONAES, 1999) el 70% de los suelos del país está erosionado, confirman que el 90 % de los ríos contaminados; y que además el aire que se respira en las ciudades grandes de El Salvador supera los niveles de contaminación permitidos.

Las consecuencias son alarmantes. Anualmente en El Salvador mueren 23 mil niños menores de cinco años debido a que consumen agua contaminada y / o respiran aire viciado. Doce mil mueren por enfermedades gastrointestinales y 11 mil por problemas respiratorios (FONAES, 1999) según la misma institución las proyecciones indican que para el año 2025 El Salvador contará con 9 millones de habitantes. Si el ritmo de crecimiento poblacional y el deterioro medio ambiental que se genera día a día se

mantienen puede pronosticarse con suma facilidad el crecimiento de la morbilidad infantil y la escasez del agua. Los departamentos de Morazán, Usulután, Chalatenango, y Cabañas tendrán un menor crecimiento poblacional debido a que su geografía es árida y la gente buscará trasladarse hacia aquellos lugares donde hay agua, siendo estos los departamentos de San Salvador, La Libertad, Santa Ana, y Sonsonate, los cuales se pronostica crecerán más. Se estima que el manejo y uso de los recursos hídricos requerirá de tecnologías adecuadas no disponibles hoy en El Salvador. Dado que con el mayor deterioro ambiental se generarán cambios bruscos del clima que hacen cada vez más difícil obtener agua de buena calidad.

A pesar de que se conoce a priori que la cuenca en estudio esta altamente contaminada, y que existen algunos estudios sobre contaminación en la zona. El gobierno central a través de la Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (ANDA) tiene especial interés en el establecimiento de plantas de tratamiento para aguas servidas. Es de capital importancia el estimar el valor económico de la calidad de agua de la cuenca del Río Acelhuate ya que por su alta degradación es importante determinar el costo del mejoramiento de la calidad del agua de los recursos hídricos de la cuenca. La estimación de voluntad de pago para el establecimiento de sistemas de tratamientos de aguas servidas para mejorar la calidad de la misma, en la república de El Salvador, lo que sería una manera de aproximar este costo (ANDA, 1999).

Con las nuevas políticas de modernización del estado, el presupuesto nacional del gobierno salvadoreño asignado para la protección y conservación de los recursos naturales a través del Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales como también para otros ministerios se ha visto reducido. Se hace en tal sentido necesario estimar el valor económico de la calidad de agua en la Cuenca del Río Acelhuate dado por los habitantes de Guazapa para el tratamiento de las aguas servidas vertidas en la misma, para que los tomadores de decisiones cuenten con criterios precisos de tal forma que les permitan evaluar estrategias y políticas para alcanzar sus objetivos.

En esta investigación se aplicó el Método de Valoración Contingente (MVC), el cual es una de las herramientas más usadas para medir los beneficios ambientales que carecen de precios de mercado. Se utilizó el formato dicotómico simple y doble para determinar la voluntad de pago (VDP) y una prueba de rango (scope) con el propósito de ver como varia la voluntad de pago respecto al mercado hipotético planteado y la compra por la mejora de la calidad ambiental a través del tratamiento de las aguas servidas, comprobando así la aplicabilidad de la metodología.

## **1.2 Objetivos**

### **1.2.1 Objetivo general**

El objetivo general de este estudio es:

- Contribuir a la toma de decisiones y al diseño de políticas para el manejo eficiente de los recursos hídricos en El Salvador, mediante el conocimiento del valor económico de la calidad del agua a través de la voluntad a pagar por sistemas de tratamientos para aguas servidas en la cuenca del Acelhuate.

### **1.2.2 Objetivos específicos**

Los objetivos específicos de este estudio son:

- Determinar la voluntad de pago de la población suburbana aledaña a la cuenca del río Acelhuate para el establecimiento de plantas de tratamiento de aguas servidas, a través del método de valoración contingente;
- Estimar el costo promedio de la tecnología apropiada a usar para el tratamiento de las aguas servidas;
- Analizar el efecto de políticas implementadas para sistemas de tratamiento de aguas servidas en la cuenca del río Acelhuate;
- Aplicar una prueba de rango "scope" para determinar que los resultados de valoración contingente cambian en función de las mejoras; y
- Analizar los resultados de valoración contingente y su relación con las variables socioeconómicas.



### 1.3 Hipótesis

Las siguientes hipótesis de investigación fueron formuladas:

- La voluntad de pago de la población para el tratamiento de las aguas servidas es mayor que el costo de la tecnología;
- El ingreso económico por familia, influye de forma positiva en el monto de la voluntad de pago que ellos están dispuestos a pagar por mejorar la calidad del agua en la cuenca;
- No existe diferencia en la voluntad a pagar por la mejora de la calidad ambiental en la población cuando se oferta una diferente calidad ambiental;
- Las políticas institucionales para el tratamiento de aguas servidas en El Salvador tienen un efecto marcado en la voluntad de pago de la población.

## 2. REVISIÓN DE LITERATURA.

### 2.1 Base Económica

La economía moderna del bienestar ha mostrado que el análisis costo-beneficio es una herramienta analítica útil para tomar decisiones sobre proyectos de inversión. Esta herramienta vuelve operativa una variante del criterio paretiano al identificar valores monetarios para los costos y los beneficios en que incurren los agentes que se ven afectados por el cambio en la provisión de algún bien público. Sin embargo, para cambios en la provisión de este tipo de bienes, no existen indicadores de mercado (precios) que permitan hacer el análisis costo-beneficio correctamente, es decir, valorando todos los costos y beneficios relevantes. Esto se debe porque el precio de bienes públicos puros como la calidad del agua o del aire es igual a cero, ya que las características de no-exclusividad y no-rivalidad en el consumo evitan que los agentes privados se interesen en ofrecer o producir este tipo de bienes en busca de ganancia o beneficio (Nicholson, 1997). Por estos motivos se ha planteado que los bienes públicos puros deben ser ofrecidos por las entidades gubernamentales.

Sin embargo, no es suficiente que el gobierno sea el productor u oferente de bienes públicos puros: el ordenamiento, la selección y la toma de decisiones respecto a la provisión de este tipo de bienes se debe hacer con base en información correcta (Valoración Económica / Costo-Beneficio). Para tomar decisiones informadas sobre proyectos o políticas que generarían cambios en la provisión de bienes públicos puros, el análisis costo-beneficio debe recurrir a alguna estimación de los precios o una valoración económica de este tipo de bienes (Field, 1995).

Los economistas han diseñado diversas herramientas de investigación (precios hedónicos, costos evitados, costo de viaje, valoración contingente) que permiten valorar bienes para los cuales no existen mercados. Una de estas herramientas es el Método de Valoración Contingente (Mitchell Y Carson, 1995).

## 2.2 Producción y distribución de agua potable en El Salvador

La gerencia de producción y operaciones de sistemas rurales en las Regiones Central, Occidental y Oriental tienen como función básica la producción y distribución del agua potable a la población salvadoreña, así como el mantenimiento de los sistemas de acueducto y alcantarillados. El Cuadro 1 detalla la red de sistemas de abastecimiento de agua potable de El Salvador.

**Cuadro 1. Captación de Agua por sistemas, en millones de metros cúbicos**

En los años 1997-1998.

<b>SISTEMAS</b>	<b>1997</b>	<b>1998</b>
Río Lempa	48.129	49.985
Zona Norte	40.357	39.065
Guluchapa	8.875	8.290
Otros AMSS	61.607	64.228
<b>SUB TOTAL AMSS</b>	<b>158.969</b>	<b>161.570</b>
Región Central	36.576	33.467
Región Occidental	41.980	40.390
Región Oriental	24.742	27.713
<b>TOTAL</b>	<b>262.267</b>	<b>263.141</b>

**Fuente:** Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (ANDA) 1998a.

## 2.3 Cobertura del servicio de acueductos y alcantarillados

ANDA atendía 181 municipios con servicio de acueducto y 82 con alcantarillado sanitario de los 262 municipios que componen El Salvador.

A diciembre de 1998 se estima que la población total de El Salvador fue de 6,092,817 millones de habitantes, de los cuales 3,086,795 eran urbanos y 3,006,002 rurales. Con una cobertura urbana de agua potable de ANDA lograda al finalizar el año del orden del 85.6% de los cuales el 79.5% representaba las conexiones domiciliarias y el 6.1% las del fácil acceso. Además, la cobertura urbana en saneamiento a través de los servicios de alcantarillado sanitario fue del 60.8%. La cobertura del área rural de agua potable fue de

del orden del 25.3%, representando las conexiones domiciliare 16.7% y 8.6%, la población servida con pilas públicas o fácil acceso respectivamente. En el ámbito nacional se lograron alcanzar coberturas globales en agua potable y saneamiento del orden del 55.8% y 66.7%, respectivamente (ANDA, 1998a).

## **2.4 Reforma del sector hídrico y del subsector de agua potable y saneamiento**

Dentro de sus políticas institucionales actualmente ANDA está delegando a otros entes distintos a ella la administración de sistemas de acueductos y alcantarillados, promoviendo para ello diferentes modalidades de gestión que privilegian la participación local.

La visión de ANDA para descentralizar considera un conjunto de actores públicos, privados, mixtos, organizaciones no gubernamentales, la comunidad organizada y en general la sociedad civil. ANDA tiene previsto dentro de sus políticas de descentralización la responsabilidad de proporcionar la asistencia técnica a los nuevos actores antes, durante y después de la transferencia de los sistemas. Ya que actualmente se carece y se está en la creación de una autoridad reguladora y normada para la prestación de los servicios de agua potable y saneamiento, ANDA cumplirá esta función para con los nuevos actores (ANDA, 1999).

En El Salvador actualmente la descentralización de los servicios de agua potable y saneamiento tiene como base fundamental o principal estrategia la implementación de proyectos piloto con diferentes modalidades que permitan visualizar los ejes principales de una estrategia global de descentralización.

La filosofía política considera que en la participación esta la esencia del hacer de esta ciencia, por ello siendo la descentralización el proceso que transfiere al nivel local la responsabilidad de la gestión pública, con la consecuente transferencia de las facultades decisorias; así como de los recursos necesarios, resulta una expresión por excelencia de la vida política de cualquier gobierno.

La descentralización tiene tres líneas estratégicas de acción:

- Ampliar la calidad y el acceso a los servicios de agua potable y alcantarillado básico, particularmente en las zonas rurales y urbanas marginales.

- Impulsar la creación del marco legal y regulatorio que propicie la coordinación de la política hídrica y administre la asignación y concesión de derechos de uso de agua, sustentada en el intervalo y balance hídrico.
- Trasladar gradualmente en el ámbito local la producción y distribución de sistemas de agua potable y alcantarillado, con racionalidad y de acuerdo a la capacidad local (ANDA, 1999).

Actualmente de igual forma se tiene el anteproyecto de ley para la creación de la Agencia de Regulación de Agua y Alcantarillado (ARESA). Dentro de los objetivos de ARESA está la protección de la salud pública, el medio ambiente, y los recursos hídricos, asegurando un correcto funcionamiento de los sistemas de provisión de agua potable, alcantarillado y promover así su expansión. También está el anteproyecto de ley de creación del Consejo Nacional del Recurso Agua (CONRA). El CONRA se crearía con el objeto de crear y establecer las reglas generales de funcionamiento del consejo nacional del recurso Agua.

## **2.5 Valoración Económica de los Recursos Ambientales**

Según Romero (1997), la valoración ambiental se define como " un conjunto de técnicas y métodos que permiten medir las expectativas de beneficios y costos derivados de acciones de uso de un activo ambiental, realización de una mejora ambiental, y generación de un daño ambiental. Por lo tanto la valoración económica del medio ambiente implica poder contar con un indicador de su importancia para el bienestar de la sociedad, que permita compararlo con otros componentes del mismo (Azqueta, 1994). La valoración económica en el contexto ambiental se refiere por tanto a la intención de medir las preferencias de las personas por un beneficio ambiental sobre un daño ambiental (Aguirre, 1995). La valoración económica del agua hace uso de técnicas de valoración de mercado y no-mercado (Ver Figura 1) La valoración de mercado es el punto de partida y bajo la inexistencia de mercados se pueden crear mercados hipotéticos (Bowers, 1997), o bien utilizar técnicas directas e indirectas de no-mercado, cuando se desea conocer la voluntad de pago del consumidor para la conservación de un recurso o un ecosistema, así también cuando se desea calcular el costo aproximado de mitigar un efecto adverso.

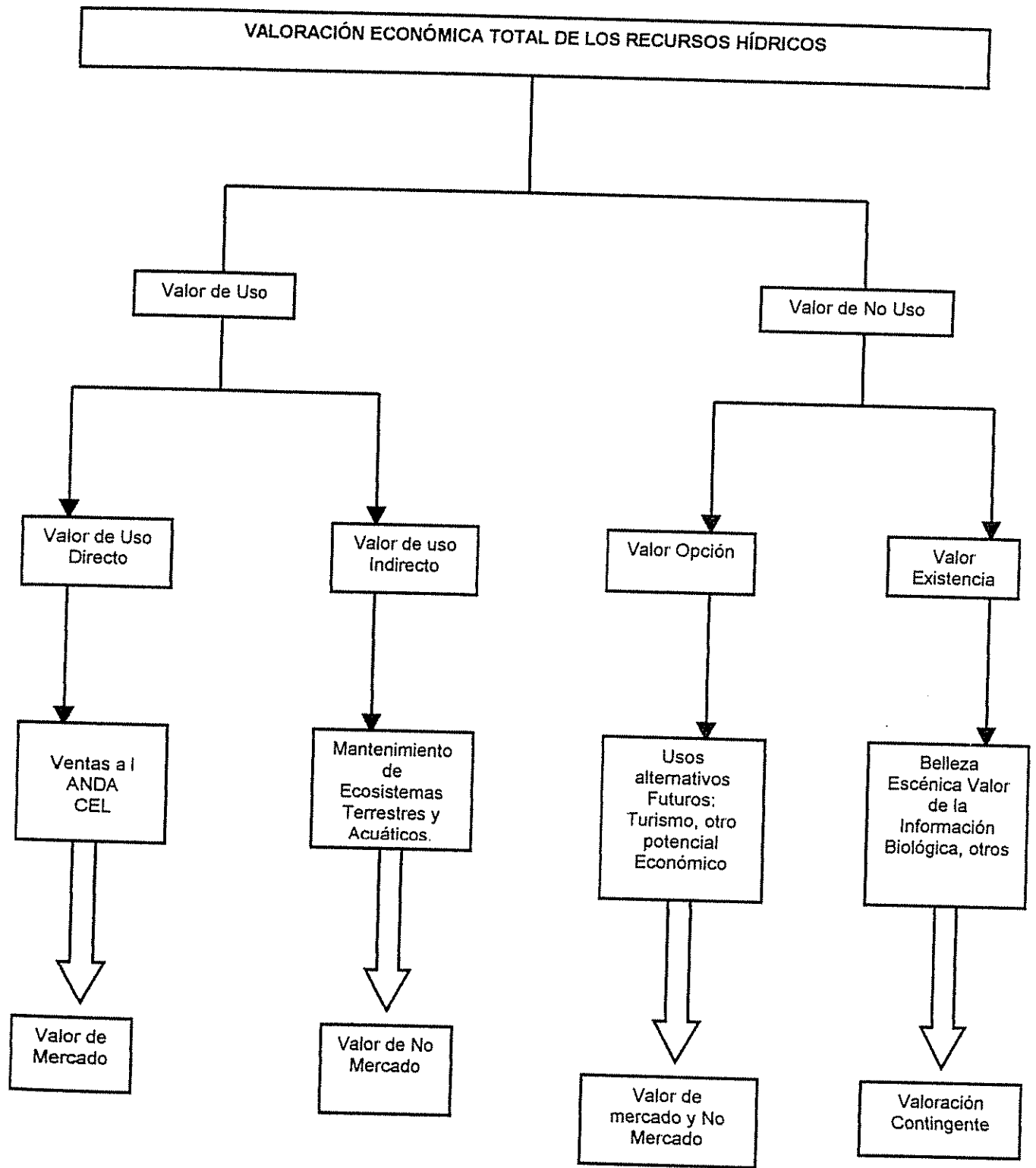


Figura 1. Valoración de los recursos hídricos, adaptado de Castro y Barrantes, 1998.

## **2.6 Métodos de Valoración de no Mercado**

En los diferentes procesos de mercado muchos bienes ambientales no son tomados en cuenta debido a sus características de no-exclusividad y no-rivalidad, libre acceso y otros. Esto trae como resultado que estos recursos sean sobre explotados y agotados por lo que se hace necesario cada día hacer un uso más eficiente y racional de los recursos naturales (Shultz, 1989).

En la actualidad se torna difícil dar un valor a los recursos naturales que carecen de precios en el mercado, por lo que se recurre a métodos que ayudan a determinar el valor de la naturaleza y de otros bienes públicos. Los dos métodos que más prevalecen para la valoración de bienes de no-mercado son conocidos como: El Método de Costo de Viaje (CV) y El Método de Valoración Contingente (MVC), (Ridehout, 1997).

Costo de viaje es un método de valoración indirecta. Y se usa en la valoración de áreas naturales que cumplen una función de recreación en la utilidad familiar. Costo de viaje incluye el costo del transporte, costo del tiempo que le tomo llegar al lugar destino y el costo del tiempo gastado en el lugar destino (Pearce, Y Moran, 1995).

El MVC es muy popular para hacer estimaciones del valor económico, obtener información del mercado y averiguar el valor que otorgan las personas a los cambios en el bienestar que les produce la modificación en las condiciones de oferta de un bien ambiental (Azqueta, 1994).

## **2.7 Método de Valoración Contingente (MVC) en la Valoración del Recurso Agua**

Se conoce también como valoración condicional y se relaciona especialmente con la utilización (cualitativa y cuantitativa) del agua como un bien de consumo público. Este método permite cuantificar monetariamente una disminución o un aumento en la cantidad y calidad del servicio hídrico a través de la voluntad de pago de la población entrevistada.

Un ejemplo claro de su aplicación en la valoración de la calidad del agua sería el preguntarle a las personas la cantidad de dinero anual que están dispuestos a pagar (WTP) para mejorar o mantener la calidad y cantidad del recurso hídrico (United Nations, 1994). Así mismo permite la utilización de la econometría como instrumento estadístico en el que se pueden contemplar variables de tipo económico-ecológico y socioeconómico.

El MVC parte de un enfoque directo con el fin de calcular la disponibilidad a pagar, por el beneficio o mejora de una variedad de bienes públicos, especialmente la calidad ambiental. Como su nombre lo dice, contingente es algo condicional, hipotético, que depende de diferentes variables, por lo que es incierto. Este método trata de hacer que las personas expresen como actuarían si se encontrasen en determinadas situaciones hipotéticas o contingentes, a través de cuestionarios y creación de mercados hipotéticos en los que se pretende al mismo tiempo determinar la voluntad a pagar de la población por una mejora en su entorno ambiental (Field, 1995).

El concepto de la máxima voluntad a pagar resulta frecuentemente difícil para los investigadores al tratar de trasladar y alcanzar estos valores. Por eso es que en los cuestionarios de pregunta abierta conviene que el investigador comunique y concierte la máxima cantidad que este esta dispuesto a pagar individualmente (Whittington, 1997).

### **2.7.1 Pasos del Análisis de Valoración Contingente**

- a) Identificación y descripción de la característica de la calidad ambiental que se va a evaluar.
- b) Identificación de los informantes claves.
- c) Diseño y aplicación del cuestionario.
- d) Análisis de resultados (Field, 1995).

### **2.7.2 Ventajas y Desventajas**

La principal ventaja del MVC estriba en el hecho de que es el único que puede cuantificar monetariamente valores de no uso (Mitchell Y Carson, 1993). Así mismo no requiere el realizar algún supuesto previo, ni estimar ninguna función de demanda de las personas (Azqueta, 1994).



Otra gran ventaja de la valoración contingente es que ésta es flexible y aplicable a un amplio rango de bienes ambientales, no sólo aquellos que de alguna manera se pueden medir junto a algunos bienes de mercado.

También este tipo de valoración presenta sus desventajas siendo la principal la desconfianza que se tiene sobre las respuestas obtenidas con el método, ya que este puede dar lugar a dudas en la sinceridad de las mismas (Field, 1995). Whittington, et.al. , 1993. Argumentan que el MVC presenta una gran variedad de razones o causas por lo que los entrevistados podrían no dar una respuesta exacta o verdadera en cuando a sí tienen disponibilidad a pagar. Una de las más importantes es el formato del cuestionario con relación a los Bids.

### **2.7.3 Técnicas de Encuesta en Valoración Contingente**

En los países en desarrollo por la dificultad que se presume en interpretar las respuestas a las preguntas abstractas o hipotéticas se hace necesario que estas sean desarrolladas cuidadosamente (whittington, 1997).

Según Azqueta (1994), en el MVC se deben tomar en cuenta ciertos aspectos normales que valoran el cambio en la calidad de un bien, como son las entrevistas, cuestionarios, pero de manera especial las encuestas. La primera parte de la encuesta lleva la información relevante sobre el recurso o servicio que se quiera valorar. Esta debe ser imparcial, precisa, para poder reflejar la situación real de los bienes procurando que el entrevistado conciba su opinión propia al respecto.

La descripción de esta frecuentemente suele ser de modo verbal, pero también se recomienda el uso de ayudas visuales como mapas en los que se presente la situación actual y a la que se espera llegar (Loomis, 1988).

En la segunda parte de la encuesta se describe la propuesta del bien o servicio ambiental a modificar y que esta en estudio, teniendo presente lo que representa para ellos. Así mismo indica el medio de pago mediante el cual se pretende realizar los aportes económicos de la población. Posteriormente se procede a realizar la pregunta para determinar cuanto valora el bien o servicio confrontado determinando así la voluntad de pago del entrevistado.

La última parte de la encuesta debe tratar sobre los aspectos socioeconómicos de la persona entrevistada y como se relacionan las características demográficas socioeconómicas, ingresos, edad, entre otras variables con la voluntad de pago (Pearce y Moran, 1995).

Existen varios métodos para realizar encuestas, que están sujetos a las características del problema en estudio y del presupuesto con el que se cuenta para realizar la investigación (Azqueta, 1994).

- Entrevistas personales: son las más usadas ya que con ellas se consigue una información mas detallada su desventaja es su alto costo.
- Entrevistas telefónicas: presentan ciertas limitantes como lo es él poder entrevistar solo a los que poseen teléfono y no poder auxiliarse de ayudas visuales.
- Entrevistas por correo: presenta la ventaja de ser económica y que permite la utilización de ayudas visuales, aunque presenta la posible falla de que no se puede controlar el proceso de la respuesta y el no retorno posible de la misma.
- Entrevistas grupales: esta consiste en reunir a un grupo de personas en un determinado lugar y momento en donde se les aplicará la encuesta, con la dificultad en poder reunir a un grupo representativo de la población.

#### **2.7.4 Tipos de sesgos en las respuestas**

Existen ciertas preferencias o prejuicios conocidos tales como problemas éticos ocasionando que los entrevistados no den una respuesta exacta que refleje su disponibilidad a pagar. Actualmente existe una literatura completa que esta ayudando a los investigadores a poder alcanzar una mejor calidad en sus resultados, (Ajzen et al. , 1996; Boyle et al. ,1994; Rowe et al. , 1996; Mitchell and Carson, 1995; Diamond, 1996; Smith and Osbourne, 1996).

Algunas de las tendencias, prejuicios o preferencias conocidos en inglés como "biases" y que se pueden presentar en el ámbito de encuesta son los siguientes:

**Prejuicios estratégicos:** la respuesta que se percibe como una obligación a pagar acerca de la provisión de un bien.

**Prejuicios hipotéticos:** se refiere a la actitud del entrevistado con relación a su conducta en cuanto a precisar la medida del bien a pagar bajo un mercado hipotético.

**Prejuicios en percibir el problema:** algunas personas presentan problemas tratando de entender cierta clase de pregunta, que dependen en gran parte de sus propios sentimientos o apreciaciones.

**Información prejuiciada:** la calidad de la información proporcionada por el encuestador como escenario de un mercado hipotético casi siempre afecta la calidad de la respuesta recibida.

**Prejuicio en el modo de pago:** según estudios realizados este se ve directamente relacionado con el ingreso y el tipo de impuesto que se pretenda aplicar (Pearce y Moran, 1995).

Según Azqueta (1994), los sesgos se clasifican en dos grandes categorías: Sesgos instrumentales y no instrumentales. Los primeros son de carácter operativo que dependen en gran medida de la manera en que se estructura la encuesta; mientras que los segundos, son más difíciles de poder resolver ya que dependen de la actitud de los entrevistados hacia la encuesta.

#### **Entre los sesgos instrumentales tenemos:**

**Sesgo del punto de partida:** este se presenta cuando el (pago inicial) sugerido condiciona la respuesta final durante el desarrollo de las preguntas. La existencia de este sesgo se detecta en el momento en que se están llevando a cabo los ensayos previos a la elaboración de la encuesta definitiva, subdividiendo el grupo piloto en varios subgrupos y

utilizar puntos de partida diferentes con cada uno. Cuando las diferencias entre subgrupos existen entonces existe el peligro de sesgo por lo que lo más recomendable es suprimirlo y que sea el entrevistado el que elija la respuesta.

**Sesgo del vehículo de pago:** este se presenta cuando la respuesta de las personas esta sugestionada por el medio de pago a usar, pues lo puede considerar inadecuado o no realista. También se detecta de igual forma al sesgo del punto de partida y para evitarlo se recomienda usar un medio de pago neutral (Azqueta, 1994).

**Sesgo de la información:** este se presenta mas que todo cuando no se da a conocer a la población la situación real del problema que sé esta valorando, mucho menos del cambio que se propone; por lo que tiende a responder con poca certeza.

Según Mitchell y Carson (1993), no se debe llegar a los extremos en la descripción de los escenarios de forma ineficiente o muy exagerada y fuera de la realidad, porque puede causar sesgos importantes y de impacto en los entrevistados. En toda investigación es responsabilidad de los investigadores el proporcionar una información objetiva y profesional en lo posible (Bishop et. al. , 1983).

**Sesgo del entrevistador:** ocurre principalmente cuando las encuestas se realizan de forma personal, ya que algunas personas dan respuestas exageradas ante el temor de verse como poco solidario o inconsciente del problema planteado o sencillamente para querer agradar al encuestador (Azqueta, 1994).

**Sesgos de la muestra:** es aquel que se comete especialmente en estudios de valoración contingente para parques y áreas protegidas, ya que solo se toman en cuenta visitas reales a los parques y áreas protegidas, y los resultados solo reflejan la cantidad que el individuo está dispuesto a pagar por su visita (VDP) o por una próxima visita y no arroja nada sobre los valores que tienen las personas que aún no han visitado los lugares. Este sesgo es el responsable que muchas variables socioeconómicas investigadas, no sean significativas en este tipo de estudio. Una de las mejores formas de evitar este sesgo es realizando una buena determinación de la población, la cual debe estar afectada por el cambio en los bienes y servicios ambientales ( Mitchell y Carson, 1993).

**Sesgos no instrumentales:**

**Sesgo de la hipótesis:** resulta cuando el entrevistado no tiene ningún incentivo en brindar una respuesta correcta, debido a que la pregunta esta basada en una situación hipotética.

**Sesgo estratégico:** es uno de los más problemáticos para los economistas, ya que se manifiesta en el momento en que la persona entrevistada no da una respuesta honesta, ya que asume que con su declaración puede influir en la decisión final que se tome sobre la propuesta realizada (Azqueta, 1994). Este sesgo puede evitarse a través de un diseño cuidadoso de la encuesta, para hacer la valoración contingente realista, viable y dependiente de muchas valoraciones individuales (Randall et. al. , 1983).

**Sesgo estratégico cultural:** descrito Shultz et.al. ( 1997) en un estudio realizado en dos de los parques nacionales de Costa Rica. Ellos determinaron una forma diferente del sesgo estratégico confirmando que las personas pueden dar una respuesta falsa a las preguntas de la voluntad a pagar pero sin querer dar resultados erróneos, si no como un resultado de su poca familiaridad con las encuestas personales y los procesos de brindar respuesta sincera. Mencionando finalmente que en países donde existe una mayor experiencia con la aplicación de encuestas, los entrevistados tienen menos prejuicios de dar respuestas, que incluso pueden ser falsas.

**2.7.5 Formato de las preguntas para determinar voluntad de pago (VDP)**

Según Dale Whittington, et. , al (1993), una encuesta para determinar VDP debe contener cuatro partes. La primera parte debe considerar algunas preguntas con relación a las características demográficas de la población objetivo, como lo es el número de miembros por familia, si quien responde es el jefe de hogar o si no existe etc.

La segunda parte de la encuesta debe llevar aspectos de los miembros actuales de la familia que viven en la casa, tipo de servicios o facilidades con las que cuentan, como servicio de aguas negras, agua potable, aseo municipal, etc.

La tercera parte contiene preguntas acerca de la voluntad a pagar por mejorar determinado bien o servicio ambiental por los miembros de la familia o de quienes habitan. La parte final o cuarta parte debe incluir características socioeconómicas de los miembros de la casa, como pueden ser gastos promedios mensuales, ingresos, ocupación, religión, y características de la vivienda.

### **Tipos de Formato**

#### **➤ Formato abierto:**

Aquí solo se cuenta con la respuesta de la cantidad que la persona estaría dispuesta a pagar por un determinado bien ambiental (VDP). Según Azqueta (1994), este tipo de formato presenta la desventaja de un gran número de no-respuesta, por el hecho de que el entrevistado desconoce lo que podría ser una cantidad adecuada para lo que se le plantea, de tal manera si la cantidad es cero, no necesariamente refleja la voluntad a pagar por el entrevistado, por lo que la precisión de las respuestas es dudosa. A pesar de esto, este tipo de formato se recomienda para realizar encuestas pilotos y así poder obtener valores más realistas de la VDP que se pueden utilizar como base para otros formatos de preguntas (Shultz, 1989).

#### **➤ Formato iterativo:**

En esta la modalidad de la pregunta varía ya que se le pregunta a la persona entrevistada, si estaría dispuesta a pagar una determinada cantidad de dinero inicial denominada BID inicial, si la respuesta es positiva o negativa se aumenta o disminuye dicha cantidad y se repite el procedimiento hasta que por último la persona rechaza o acepta un valor de BID final según sea el caso. Esta presenta la desventaja de la presencia del sesgo al inicio cuando se define el BID inicial, aunque permite a los encuestados considerar sus preferencias en un rango amplio de valores de pago (Shultz, 1989).

#### **➤ Formato binario dicotómico:**

Las preguntas se realizan de una manera binomial, donde las posibilidades de respuesta son un sí o un no por parte de los entrevistados para el pago de un determinado BID por la mejora de un bien ambiental. En un principio se divide la población en subgrupos y a

cada uno de ellos se les realiza la pregunta sobre la voluntad a pagar pero con un BID diferente. Posteriormente con un análisis econométrico se determina la voluntad a pagar de la población. Este es uno de los formatos más utilizados por presentar la ventaja de asemejar una transacción de mercado, el tiempo de respuesta es más corto y por lo general las respuestas obtenidas son más confiables, disminuyendo el efecto de los sesgos hipotéticos y estratégicos de cada una de las respuestas. Sin embargo presentan la desventaja que requiere un tamaño muestral bastante grande, un elevado costo y de conocimientos especiales para trabajar como podría ser el caso de modelos tipo logit (Azqueta, 1994).

### 2.7.6 Teoría de análisis para la estimación del modelo dicotómico doble

El modelo dicotómico doble se construye a partir de las respuestas provenientes de dos preguntas dicotómicas (Ver Figura 2) en donde a la persona entrevistada se le presenta un BID inicial y luego un segundo BID dependiendo de la respuesta que dio al BID inicial,  $BID_i$ . Si la respuesta es sí, se le presenta un BID más alto,  $BID_u$  ( $BID_u > BID_i$ ); si la respuesta es no, se le presenta un BID más bajo,  $BID_l$  ( $BID_l < BID_i$ ). Luego se hace una serie de preguntas adicionales a aquellas personas que respondieron repetidamente que "no", para determinar si VDP efectivamente es cero, o está entre cero y  $BID_i$ .

Existen, así, cuatro posibles categorías o combinaciones de respuestas: (a) ambas respuestas son "sí"; (b) un "sí" seguido de un "no"; (c) un "no" seguido de un "sí"; y (d) ambas respuestas son "no". En el Cuadro 2 se observa la probabilidad de respuesta Si/No a los set de preguntas. En tal sentido la segunda respuesta es dependiente de la primera respuesta dada en el primer set de preguntas por lo que no cumple con el supuesto de la alternativa irrelevante de independencia por estar condicionada la segunda respuesta a la respuesta dada en el primer set de pregunta. En tal sentido los resultados de probabilidad de respuesta en la función logarítmica de máximo verosimilitud estarían dados por:  $\pi_{yy}, \pi_{yn}, \pi_{ny}, \pi_{nn}$  en los dos set de preguntas respectivamente (Hanemann et. al., 1991).

Cuadro 2. Probabilidad de Respuestas Binarias

DOBLE (BINOMIAL)	COMBINACIONES DE LA VARIABLE RESPUESTA	EFFECTO	PROBABILIDAD
0 0	$\pi_{nn}$	$\frac{1}{2} \times \frac{1}{2}$	$\frac{1}{4}$
1 0	$\pi_{yn}$	$\frac{1}{2} \times \frac{1}{2}$	$\frac{1}{4}$
0 1	$\pi_{ny}$	$\frac{1}{2} \times \frac{1}{2}$	$\frac{1}{4}$
1 1	$\pi_{yy}$	$\frac{1}{2} \times \frac{1}{2}$	$\frac{1}{4}$

Fuente: Stokes, 1995.

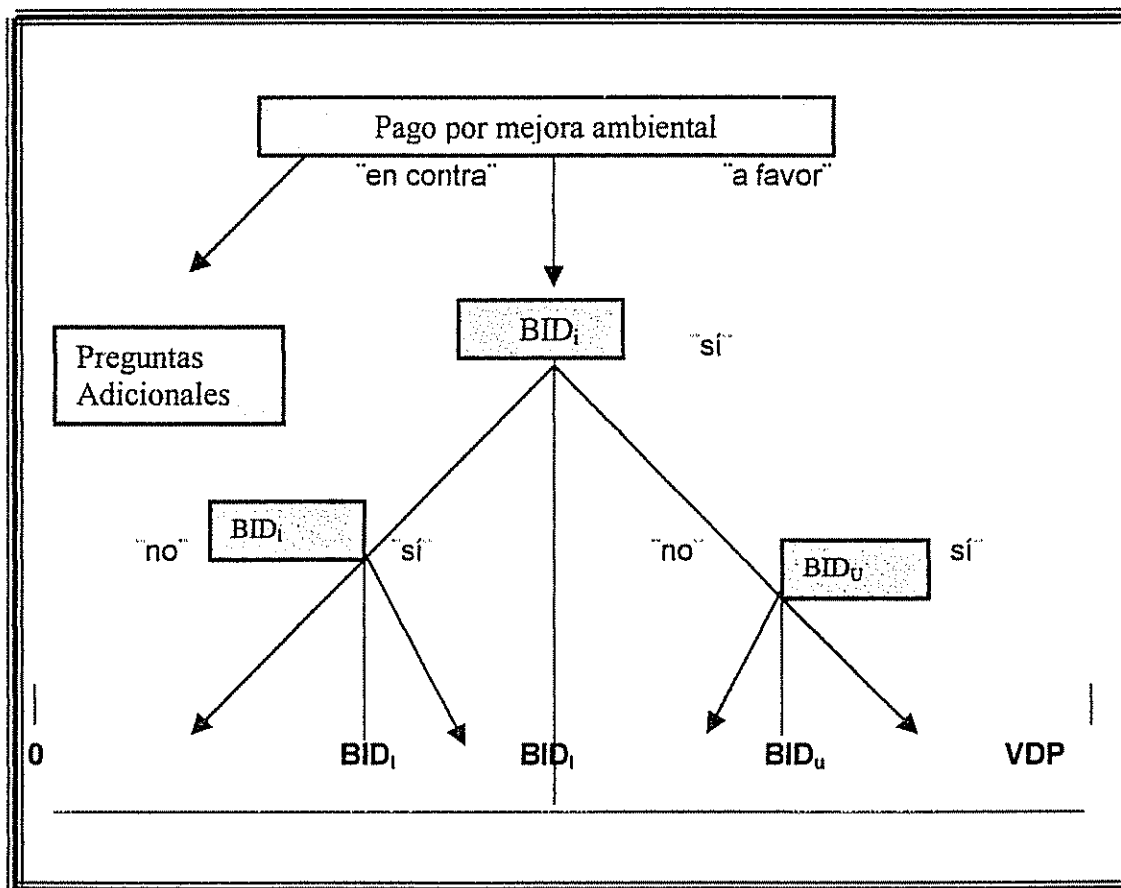


Figura 2. Intervalo dicotómico doble adaptado de Gonzalez - Cabán y Loomis, 1996.



### 2.7.7 Casos de valoración contingente (VC).

Según un estudio utilizando el MVC por Valera V. (1998) que incluía el determinar la VDP para el tratamiento y protección de los recursos hídricos de la cuenca del río Grande de Tarcoles, en Costa Rica, se encontró que la voluntad de pago anual (VDPA) por familia, fue de 21 545, 4 colones (US\$82.87) y 21 020 colones (US\$80.85) haciendo uso del método Dicotómico simple (*Single Boundend*) y el Dicotómico doble (*Double Bounded*) respectivamente. El segundo método presentó intervalos de confianza más estrechos por lo que fue considerado superior.

Según Valera, generalizando estos valores de VDPA para toda la población de la cuenca, reflejaría un valor económico que fluctúa desde los seis mil millones y medio de colones (US\$25.200 millones) hasta los casi nueve mil millones de colones (US\$34.286 millones). A partir de estos valores económicos, se espera que el interés de las instituciones a cargo de cuidar, conservar y proteger los recursos hídricos de la cuenca sea más tangible.

Asimismo en su investigación Valera demostró que el método de valoración contingente, especialmente con el formato Double bounded o Límite Doble, parece ser una herramienta útil para incluir las preocupaciones sociales sobre la conservación de los recursos hídricos asociada a la calidad del agua potable en esta cuenca.

Asimismo encontró que las características socioeconómicas que influyen significativamente en la VDPA de las familias entrevistadas para el saneamiento y protección de los recursos hídricos de la cuenca del Tárcoles: el jefe de familia, el nivel de ingreso mensual, su ocupación, su nivel educativo, la experiencia que tengan los habitantes entrevistados de vivir en ríos limpios, y el grado de información que tengan sobre la situación de los recursos hídricos de la cuenca.

Por otro lado las variables socioeconómicas que no demostraron tener una influencia estadística significativa en los estimados de la VDP fueron la edad, sexo, nivel profesional, personas dependientes, numero de miembros por familia y él numero de hijos menores de 18 años dentro de la misma; así como también los usos que se propusieron a los recursos hídricos y el conocer sobre cambios negativos en los ríos cercanos a los lugares de residencia de los habitantes.

Shultz (1997), en sus estudios de investigación hace mención sobre algunos de los problemas presentados en valoración contingente aplicados al recurso agua en Centroamérica y el Caribe. Dentro de las observaciones más importantes mencionadas están que en la mayoría de los estudios se han utilizado en las encuestas el formato de pregunta abierta con marcos de referencia como lo es la situación real en que se encuentra el recurso natural y escenarios contingentes insuficientemente detallados en las que se describe en una forma explícita el cambio propuesto para el recurso. Además dichos estudios se basaron en muestras pequeñas de la población y estuvieron expuestas en un principio a los sesgos culturales, estratégicos vinculados por la aplicación de encuestas personales a pobladores locales.

Según Shultz el problema del formato de preguntas abiertas, aunque estos son relativamente fáciles de diseñar y administrar, es que sus resultados a menudo son muy hipotéticos y alejados de la realidad del mercado. Además están relacionados con los sesgos estratégicos vinculados con la sobre estimación o subestimación intencionales de la disponibilidad de pago.

Para Shultz el formato más usado es el dicotómico ya que la respuesta si / no es casi la misma que utiliza el consumidor en el mercado. Se ha demostrado que este formato de pregunta minimiza los sesgos hipotéticos y estratégicos. Y es congruente con la teoría de agregación de las utilidades, lo que facilita el calculo con buena base estadística de los valores medios de la disposición a pagar.

El Centro Científico Tropical (1995), realizó los primeros intentos por determinar el valor económico ecológico del agua aplicando el método de valoración contingente, en las provincias de Guanacaste y Limón. Se encontró una disponibilidad de pago satisfactoria, llegando a obtener valores tarifarios que podían incrementar las cuotas de pago hasta un 82 %, esto para dos de las comunidades de la provincia de Guanacaste.

Merayo O (1999), describe un estudio de valoración contingente para agua potable en Sta. Cruz, Guanacaste. Los factores socioeconómicos están estrechamente relacionados en una forma positiva con la voluntad de pago siendo los principalmente involucrados el ingreso percapita y el tamaño de la familia. Así mismo las mujeres mostraron una voluntad

de pago superior. También menciona que los derechos de propiedad y el uso de los acuíferos de libre acceso resultan en que el agua subterránea se está agotando mas rápidamente. Por lo que se le recomendó a la empresa Acueductos y Alcantarillados ( A y A) que debe de cambiar el bloque de consumo mínimo, bajar el cargo fijo y subir sustancialmente la parte variable para todos los sistemas de medición de agua y establecer costos marginales crecientes especialmente en la época más crítica de verano.

Whittington et.al. (1993), realizó un estudio de valoración contingente en Kumasi, Ghana, para estimar voluntad de pago por dos tipos de servicios sanitarios uno con sistema de letrina ventilada y otra conectada a servicio de sistema de agua. En su estudio una muestra al azar de 1200 familias fueron escogidas en la ciudad para ser posteriormente entrevistadas. La mayoría mostraron disponibilidad a pagar por mejorar el sistema de letrina pública que ellos poseen, pero absolutamente el potencial de ingresos por familia no es suficiente para que les permita el poder pagar dicho servicio con sus mejoras y facilidades, pues su ingreso familiar por mes es de U\$140. Los resultados del estudio confirmaron que los servicios convencionales de letrinas sanitarias y conexión a las aguas servidas no son posibles para la mayoría de la población sin los subsidios masivos del gobierno.

Asimismo se encontró que la población presenta una mayor disponibilidad a pagar por el mejoramiento de letrinas públicas ventiladas que por las conexiones de desagües a las aguas servidas ya que resulta mas barato para ellos el mejoramiento del sistema de letrinas publicas que los servicios de aguas negras y conexiones para sus desagües.

Los resultados demostraron que el método de cuestionarios con valoración contingente, pueden ser llevados a cabo en ciudades de países en desarrollo para servicios públicos como los sistemas de alcantarillado y letrinización, obteniéndose una información razonable acerca de las demandas por diferentes tecnologías para tratamientos de sistemas sanitarios de aguas servidas, letrinización, agua potable, etc.

Whittington et.al. , (1986) llevaron a cabo estudios para determinar la voluntad de pago por servicios de agua en las zonas rurales en el pueblo de Laurent, al sur de Haití. Este proyecto fue llevado a cabo en conjunto con AID de Los Estados Unidos y CARE, para una población promedio de 160, 000 individuos. De los resultados obtenidos en la

investigación solo un 25 % respondieron favorablemente a la voluntad de pago por servicios de conexiones privadas de agua potable y un 14 % respondió no saber es decir el problema de no-respuesta que se presenta en el ámbito de encuestas.

Al mismo tiempo se encontró que los ingresos por familia, la ocupación de los principales miembros de la familia, el nivel educativo de la familia, la distancia existente para ir a un servicio de agua potable, el precio sustituto de mejorar el servicio de agua y otros influyen en la voluntad de pago por mejorar el servicio. Este estudio, concluye que es posible el hacer valoración contingente en países extremadamente pobres, analfabetas, y obtener respuestas razonables y consistentes.

Estudios realizados por Bishop y Mullarkey (1999) demostraron la aplicabilidad y eficiencia de la prueba de scope dentro del método de valoración contingente al medir la sensibilidad de las personas a una mayor disponibilidad de pago para la construcción de carreteras en zonas de humedales del estado de Wisconsin. Dicho proyecto comprendía el relleno de 110 acres de humedales, para construir dos carreteras que atravesaran 47 acres en sistemas de humedales tributarios y 63 acres de lagunas aisladas. Logrando mitigar la destrucción de los acres de humedales con la construcción de las lagunas aisladas a lo largo de las carreteras, sustituyendo los servicios brindados por los humedales con la construcción de las lagunas aisladas a través de un acuerdo mutuo entre el departamento de recursos naturales y el departamento de transporte del estado de Wisconsin, desarrollándose así el proyecto de construcción de carreteras y protección de humedales.

Barton, D. (2000) llevó a cabo un estudio de Transferencia de Valorado en Agua a través del método de valoración contingente. Dicho estudio se llevó a cabo en Puntarenas Guanacaste, Costa Rica. Planteándose hipótesis en donde la transferencia es robusta a diferencias de las Características del sitio en estudio y de política. En el estudio fueron aplicadas las transferencias de funciones de valoración, transferencia de meta funciones de valoración, y transferencias adhoc.

Dentro de los pasos involucrados para llevar a cabo la transferencia de estimados se destacaron en primer lugar, la selección del sitio de estudio, luego ajustar el estimado función de daño y de valoración, posteriormente calcular los valores por unidad de tiempo, para finalmente calcular el VAN.

En sus conclusiones con relación a la validez interna del método de valoración contingente, Barton manifiesta que la voluntad de disponibilidad a pagar por la población en estudio es sensible al ingreso y a las características particulares del sitio de estudio, pero no es sensible al alcance de las mejoras en calidad de aguas.

Con relación a la validez externa del método de valoración contingente para la transferencia de estimados concluye que la magnitud de errores de transferencia es pequeña en términos absolutos y relativos, y que la transferencia de funciones de valoración no reduce los errores de transferencia relativa a métodos de transferencia más sencillos. Por lo que las pruebas estadísticas de transferencia de estimados no son muy apropiados para estudios aplicados a políticas.

## **2.8 Recursos hídricos y calidad del agua**

Debido a la importancia que tiene el agua en la vida humana, si esta está contaminada se convierte en el medio perfecto para la transferencia de una variedad de males y enfermedades. En el mundo desarrollado las enfermedades hídricas son raras, lo que se debe esencialmente a la eficiencia de la existencia de sistemas de abastecimiento de agua y eliminación del agua residual. Sin embargo, en el mundo en vías de desarrollo, cerca de 2000 millones de personas no cuentan con abastecimiento de agua seguro y saneamiento adecuado (Tebbutt, 1999).

De acuerdo con cifras de la Unidad Ecológica Salvadoreña de la Universidad Nacional de El Salvador (UNES, 1999), de los 360 ríos de El Salvador, aproximadamente el 90 % se encuentran contaminados o sufren algún grado de deterioro por el abuso en la extracción de piedras, tal como sucede en los ríos Sucio, Jiboa, Angel, Grande, y Lempa.

La universidad Nacional de El Salvador considera que las industrias son una de las principales causas del deterioro medioambiental salvadoreño. En el Cuadro 3 se detallan algunas de las industrias que vierten sus aguas a la cuenca del Acelhuate sin un previo y adecuado tratamiento de sus aguas. Es típico en la actividad industrial observar que, por un lado, deforestan los bosques y, por otro, no edifican plantas de tratamiento para las aguas servidas, de modo que esta contaminación siempre va a dar a los ríos. Con el agua de estos ríos se riegan campos agrícolas, cuyas hortalizas crecen con altos contenidos de toda clase de elementos nocivos para la salud.

La paradoja es que no-solo la industria contamina. Existe ya una cultura, un modelo de vivir creado por las circunstancias de la supervivencia y la ganancia. La población contribuye grandemente a la contaminación ya que por no contar con servicios de agua potable y alcantarillado usa los ríos como fuentes de desecho, vertiendo aceites, grasas, jabones, detergentes y excretas. Estos desechos vuelven inutilizable las aguas de los ríos, tanto por la acción de elementos químicos, como, por la proliferación de microorganismos patógenos para la vida humana (UNES, 1999).

Si bien es cierto la calidad de agua en El Salvador es también un problema crítico actualmente, ya que aproximadamente el 90% del agua superficial se encuentra altamente contaminada por desechos orgánicos, agroquímicos y desechos industriales. Encontrándose altas concentraciones de residuos fecales y bajas concentraciones de oxígeno disueltos, debido a la descarga directa de desechos líquidos, siendo la cuenca del río Acelhuate una de las más afectadas (Ver Anexo 1A). De igual forma fuentes del Banco Interamericano de Desarrollo sostienen que también el agua subterránea está entre moderada hasta altamente contaminada. Sin embargo El Salvador no cuenta con estándares de calidad del agua para el consumo humano.

Aunque las municipalidades son responsables del transporte y del procesamiento de desechos sólidos (basura y aguas negras sin procesar), sólo la cuarta parte de los 262 municipios poseen sistemas capaces de llevar acabo esta función.

**Cuadro 3. Cuenca del Río Acelhuate y sus Vertederos Industriales.**

#	IDENTIFICACIÓN DE VERTIDOS INDUSTRIALES
1	MAN Diesel de El Salvador
2	Aluminios Internacionales S.A DE C.V.
3	Aluminios Internacionales S.A de C.V.
4	Lácteos San José
5	Tecnillantas
6	Motor Servi
7	Destilería Salvadoreña
8	CODISA
9	Curtiembre
10	CONELCA
11	Café Listo S.A de C.V.
12	Industrias Metálicas S.A de C.V
13	Ingenio El Angel

**Fuente:** Universidad Nacional de El Salvador (unes), 1999.

## **2.9 Tecnología en Sistemas de Tratamiento para Aguas Servidas**

En el año de 1995 según estudios realizados por el Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencia Ambiental (CEPIS), reporta que el 49 % de la población de América Latina y el Caribe contaba con servicio de alcantarillado, colectándose diariamente 40 millones de metros cúbicos de aguas residuales que se vierten a los ríos, lagos y mares. Del volumen colectado por los sistemas de alcantarillado, menos del 10 % recibe algún tipo de tratamiento previo a su descarga en un cuerpo de agua superficial o antes de su uso para el riego de productos agrícolas (CEPIS1995).

Esto significa que alrededor de 567 M<sup>3</sup>/S de desagües vienen contaminando el medio ambiente y constituyen un vector de transmisión de parásitos, bacterias y virus patógenos Organización Mundial de la Salud (OMS, 2000).

La descarga de estas aguas residuales sin ningún tratamiento, contamina las playas, ríos, lagos de uso recreacional y los productos hidrológicos que crecen en las áreas cercanas. Un ejemplo del impacto económico derivado de la contaminación lo experimentan las plantas potabilizadoras de agua que incrementan sus costos debido a la pobre calidad del agua cruda que procesan, ya que requieren aplicar mayor cantidad de compuestos químicos en el proceso de desinfección para garantizar la calidad del agua de consumo humano (CEPIS1995). Los tratamientos para aguas servidas de manera general se realizan a través de distintos procesos los cuales constan de separaciones mecánicas, sedimentaciones gravitacionales, acciones biológicas y desinfección ultravioleta, como una nueva alternativa tecnológica.

### **2.9.1 Pre-Tratamiento o Tratamiento preliminar**

Consiste de una serie de procesos físicos, los cuales tienen como objetivo acondicionar las características del agua, de forma tal que no causen problemas de operación y funcionamiento en las etapas siguientes del pre-tratamiento o tratamiento de las aguas negras, los cuales pueden ser obstrucción de tuberías, daño de equipos, y causar depósitos permanentes en los tanques ( ANDA, 1998b).

Poseen tanques que ayudan al aireamiento de las aguas servidas para mantener en suspensión los materiales orgánicos de menor peso, mientras permite que los materiales más densos como las arenas y gravas se sedimenten rápidamente en los tanques siendo este material removido enviado a las áreas de depósito de desechos sólidos y a pesar de ser este un pre tratamiento ligero no se causa ningún daño mecánico al equipo asegurando al mismo tiempo una mejor calidad de lodo y un tratamiento más eficiente del mismo (Gold Bar Wastewater Treatment Plant [GBWWTP], 1999).

### **2.9.2 Tratamiento Primario**

Con el pre-tratamiento y tratamientos primarios a través de procesos mecánicos y de sedimentación gravitatoria se logran remover las impurezas en el transcurso de un periodo promedio de cuatro horas de tratamiento primario alcanzando un 55% de sólidos suspendidos removidos y un 35% de demanda bioquímica de oxígeno (DBO).

El tratamiento primario consiste en la remoción de los sólidos orgánicos sedimentables que transporta el agua. El objetivo de este tratamiento es disminuir la carga orgánica del agua a través de proceso físico, acondicionándola para el tratamiento secundario. Durante este tratamiento el lodo es sedimentado por la fuerza de gravedad mientras que los aceites y grasas flotan en la superficie, empujando este lodo lentamente hacia los contenedores localizados al final de cada tanque, en donde cuando los removedores llegan al final de los contenedores empiezan a escalar hasta la parte alta del tanque y se mueven sobre la superficie removiendo los desechos. Con la remoción de desechos y lodo primario el flujo de agua rebalsa en los diques y de allí es llevado a los canales de drenaje. Este canal transporta las aguas servidas que han sido parcialmente tratadas hacia los tanques de aireación y sus bioreactores, las que son usadas posteriormente en las etapas del tratamiento secundario (Ver Anexo 2A).

Los desechos y lodos primarios que fueron removidos durante la etapa del tratamiento primario son bombeados hacia el digestor anaeróbico, donde son descompuestos y estabilizados antes de ser bombeados a las instalaciones de reciclaje para biosólido.

Dentro de los tipos de tratamiento primario usados en El Salvador se encuentran los tanques Imhoff, tanques de sedimentación y tanques de flotación. Logrando con ellos un promedio de remoción de carga orgánica que transporta el agua de un 30 por ciento (ANDA, 1998b).



### 2.9.3 Tratamiento Secundario o Biológico

Consiste en la remoción de la carga orgánica, a través de la acción de bacterias, las cuales se alimentan de la materia orgánica que contiene el agua. El objetivo del tratamiento secundario, es reducir el contenido orgánico del agua. Dentro de los diferentes tipos de tratamiento secundario se tienen los filtros percoladores, procesos de lodos activados y sus variantes, lagunas de estabilización, reactor anaeróbico de flujo ascendente y biofísicos. Con el tratamiento secundario, se logra remover hasta un 80 % de la carga orgánica del agua. El tratamiento secundario, tiene que ser complementado con una unidad de sedimentación secundaria, para remover los lodos generados durante el proceso (ANANDA, 1998b).

En los países en desarrollo, el objetivo prioritario de tratamiento de aguas residuales, debe ser la remoción de parásitos, bacteria y virus patógenos pues son males endémicos en nuestros países y no la remoción de materia orgánica y nutrientes, que si es el principal objetivo del tratamiento en los países desarrollados (CEPIS, 1995).

La opción tecnológica mediante la cual se alcanza plenamente este objetivo de no patógenos corresponde a las lagunas de estabilización, pues ningún sistema convencional puede competir con la eficiencia de remoción de patógenos que se logra en las lagunas a menos que se adicione el proceso de desinfección del afluente, que encarece y hace más compleja la operación y el mantenimiento (CEPIS, 1995).

En el tratamiento secundario las impurezas que persisten luego de haberseles realizado un tratamiento primario, son removidas por una intensiva limpieza propia de la actividad biológica. Posteriormente estas aguas entran en contacto por un periodo de 10 segundos con el oxígeno presente en los bioreactores de los tanques de aireación produciendo así una rápida reproducción de microorganismos los cuales se alimentan de las impurezas presentes en el cuerpo de agua, después de algunas horas de aireación este cuerpo de agua pasa a un purificador secundario depositando estas aguas por un largo periodo en tanques abiertos de estructura similar a las de un primario en donde los productos resultantes de la actividad biológica son los lodos activados (Infoagua, 2000).

Aproximadamente el 90 % de lodos activados es retornado nuevamente al tanque de aireación para proveer a la población microbiana más alimento y así poder continuar la purificación de las aguas primarias servidas en movimiento. El exceso de lodos activados es extraído del proceso de circulación a través de bombeo de los espesos desechos de lodos activados y finalmente llevado a los digestores anaeróbicos. Logrando así,

aproximadamente que el 97% de toda la materia suspendida y la contaminación orgánica de las aguas servidas hayan sido ingresadas a la planta, siendo este un gran logro para el tratamiento de aguas servidas ya que no se hace uso de productos químicos en ninguna de las etapas durante el proceso de tratamiento (GBWWTP, 1999). (Ver Anexo 3A).

#### **2.9.4 Tratamiento Terciario o Avanzado**

Consiste en procesos físico-químicos o biológicos con los que se persigue el refinamiento de la calidad del agua que será descargada al cuerpo receptor, acondicionándola para su rehuso. Se instalan unidades de tratamiento terciario para lograr remoción de sólidos, complejos orgánicos disueltos, compuestos inorgánicos, nutrientes y otros (ANDA, 1998b).

El tratamiento terciario es una innovación tecnológica que comprende dos procesos particulares: remoción de nutrientes y desinfección de la última salida de agua servidas. Para la remoción de nutrientes como: fósforo, y nitrógeno de amonio de las últimas aguas servidas se utiliza un proceso biológico para la remoción de los mismos. La desinfección final de la salida de aguas servidas se realiza haciendo uso de una luz ultravioleta de alta intensidad. Por medio de este proceso libre del uso de químicos se reafirma el estado natural del tratamiento.

Proceso de remoción de nutrientes biológicos:

Este proceso de remoción de nutrientes se lleva a cabo especialmente en el tanque de aireación conocidos como bioreactores en donde los microorganismos desarrollan un papel similar al realizado en el proceso del tratamiento secundario, sin embargo la diferencia entre los tanques secundarios de aireación y los bioreactores es en que el primer paso de estos últimos se dividen en tres zonas: anóxico(no-oxígeno y no nitrato); anaeróbico(ausencia de oxígeno disuelto); anóxi(ausencia total de oxígeno). Después de este primer paso, las aguas fluyen por tres etapas aeróbicas. Siendo este similar al tanque de aireación secundario estándar excepto que el bioreactor emplea una pequeña burbuja del sistema de aireación.

Los ácidos glutámicos volátiles de los lodos primarios fermentados son llevados a los bioreactores. El fósforo es removido por bio-bacterias que son activadas en la zona aeróbica y anaeróbica, el nitrógeno en forma de gas, es removido a través de la nitrificación (oxidación amoniacal) y desnitrificación (reducción de nitrato) en la zona aeróbica y anaeróbica respectivamente. Cuando las aguas servidas completan la cuarta y última etapa pasan del bioreactor al purificador final tal como ocurre en el tanque estándar secundario de aireación.

#### Desinfección ultravioleta:

Las aguas servidas tratadas por los bioreactores o tanques secundarios de aireación son desinfectadas antes de ser descargadas al río, por consiguiente después de pasar por el purificador final las últimas aguas son tratadas dentro de las instalaciones con alta intensidad ultravioleta, dichas instalaciones poseen cuatro canales y cada canal está equipado con dos bancos de lámparas ultravioletas. Dependiendo del nivel de flujo de las aguas servidas solamente dos canales permanecen en funcionamiento; el cuarto canal es usado como reserva para respaldo, en caso de que uno de los canales requiera reparaciones.

Las lámparas ultravioleta desinfectan la bacteria a través de la descomposición de su estructura celular inhibiendo su reproducción. Desinfectando finalmente la salida final de las aguas con reducción de un 99.9% el nivel de coliformes. Los Coliformes son conocidos como indicadores de bacteria; ellos indican la presencia de patógenos o causantes de enfermedades bacterianas. Además la desinfección ultravioleta no permite la presencia de residuos químicos no deseables en las plantas de descarga (el agua que se descarga a los ríos).

Así también los beneficios de salud pública, cuerpos de aguas tratados pueden ser usados de una forma segura sin ningún riesgo como aguas de uso doméstico. En lugar de descargar todas estas aguas en el río, estas pueden ser usadas dentro de la misma planta, (Ejemplo: Para proceso de limpieza de los tanques, lubricación de los sellos de las bombas de agua o regando las zonas verdes) y fuera de la planta (Ejemplo. Para las áreas de juego de Golf, cuerpos de agua artificial o torres industriales de enfriamiento) (GBWWTP, 1999) (Ver Anexo 4A).

## 2.10 Diagnostico Institucional

A pesar de los retrasos presentados en crear un nuevo marco legal que sustente la reforma del sector hídrico, el interés del nuevo gobierno por retomar el tema hídrico se ha hecho evidente a través del anuncio dado por el presidente de ANDA con un plan piloto de descentralización del servicio de agua. El cual básicamente consiste en que la operación de los servicios de suministro de agua potable y alcantarillados pasará a manos del sector privado y municipalidades, a través de concesiones (ANDA, 1999).

Actualmente el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales en conjunto con otras instituciones como el Ministerio de Salud pública (Vigilancia de la Calidad del agua); se verán comprometidas con la creación de un nuevo ente rector del recurso hídrico, la superintendencia de electricidad y Telecomunicaciones (SIGET), que dentro de sus funciones están las de asignar concesiones de agua para hidroelectricidad; y otras instituciones como el Ministerio de Agricultura y Ganadería (que es el principal usuario del agua para riego), El Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal (CENTA), en la parte de investigación y transferencia de tecnología dentro del programa de manejo y conservación de los recursos naturales, el Ministerio de Obras públicas y las alcaldías, entre otras.

Por otro lado el Programa Salvadoreño de investigación Sobre Desarrollo y Medio Ambiente (PRISMA), funciona como centro de investigación aplicada sobre temas de desarrollo y medio ambiente en El Salvador, con un enfoque que enfatiza los aspectos institucionales y sociales del proceso de desarrollo, así como las vinculaciones entre la dimensión internacional, nacional y local en dicho proceso.<sup>1</sup>

A partir de esta visión, PRISMA se enmarca en los siguientes objetivos generales:

Lograr una mejor comprensión entre los diferentes actores sociales de la relación intrínseca entre los problemas del desarrollo y del medio ambiente. Impulsando una gestión viable, sensata y socialmente inclusiva sobre la base de un marco de gestión ambiental estratégico que incorpore criterios ambientales y sociales en las políticas de desarrollo y en la gestión de la tierra (PRISMA, 1999).

---

<sup>1</sup> Herrador, D. 1999. Economía, Desarrollo y Medio Ambiente (entrevista). El Salvador, Programa Salvadoreño de Investigación Sobre Desarrollo y Medio Ambiente.

### **2.10.1 Ley del Medio Ambiente en El Salvador**

La política nacional del medio ambiente decretada en 1998, manifiesta en algunos de sus principios, que todos los habitantes tienen derecho a un medio ambiente sano y ecológicamente equilibrado. Es obligación del estado tutelar, promover y defender este derecho de forma activa y sistemática, como requisito para asegurar la armonía entre los seres humanos y la naturaleza (Ley del Medio Ambiente de El Salvador, 1998). En la investigación se evalúa la parte legal y política con relación a la gestión ambiental, según la participación institucional y ciudadana encontrada en los distintos organismos.

### **2.10.2 Gestión, Uso de las Aguas y Ecosistemas Acuáticos.**

Toma en cuenta los siguientes criterios, para la protección, uso, gestión, y manejo de las aguas y ecosistemas, siendo estos:

#### **Art. 70**

- Su manejo se realizará en condiciones que prioricen el consumo humano, guardando un equilibrio con los demás recursos naturales.
- Los ecosistemas acuáticos deben de ser manejados tomando en cuenta las interrelaciones de sus elementos y equilibrio con otros.
- Se promoverán acciones para asegurar que el equilibrio del ciclo hidrológico no sufra alteraciones negativas para la productividad.
- Asegurar la cantidad y calidad del agua, mediante un sistema que regule sus diferentes usos.
- Se establecerán medidas para la protección del recurso hídrico de los efectos de la contaminación.
- Todo concesionario de un recurso hídrico para su explotación será responsable de su preservación (Ley del Medio Ambiente de El Salvador, 1998).

### **2.10.3 Normas Sobre Depuración y Tratamiento de Aguas en El Salvador.**

Artículos que regulan calidad de agua:

Art.35 Solamente se podrán efectuar descargas de residuos sólidos, líquidos o gaseosos cuando de conformidad a los objetivos de calidad no se perjudiquen las condiciones físico químicas y biológicas del medio acuático receptor.

Art.37 Los procesos de depuración o tratamiento a que estarán sujetos los vertidos en general deberán ser los técnicamente necesarios para lograr los objetivos de calidad de tal forma que no se interfiera con el aprovechamiento y protección de los recursos hídricos.

Art.39 Los responsables de las descargas de aguas residuales industriales que a la fecha de vigencia del presente reglamento se encuentren efectuando vertidos, deberán presentar dentro del plazo de seis meses su solicitud a la autoridad competente para obtener la autorización de vertido (Organo Ejecutivo Ministerio de la Presidencia, 1987).

### 3. METODOLOGÍA.

#### 3.1 Descripción del área de investigación

El municipio de Guazapa está situado a  $13^{\circ} 52' 43''$  latitud norte y  $89^{\circ} 10' 24''$  longitud oeste. Guazapa es uno de los municipios de San Salvador con una extensión territorial de 65.56 kilómetros cuadrados y una población promedio de 22,919 habitantes de los cuales 16 334 son de la zona rural y 6585 de la zona urbana (Ver Cuadro 4).

Su territorio jurisdiccional esta limitado por los siguientes municipios:

Al Norte: Aguilares y Suchitoto.

Al Este: Suchitoto y San José Guayabal.

Al Sur: Tonacatepeque y Apopa.

Al Oeste: Nejapa y Aguilares.

Para su administración el municipio de Guazapa se divide en cantones y caseríos en el área rural; y en barrios y colonias para el área urbana. El área rural tiene un total de nueve cantones:

\*Calle Nueva.

\*San Lucas

\*San Jerónimo.

\*Loma de Ramos

\*Santa Barbara

\*San Cristóbal.

\*Zacarnil

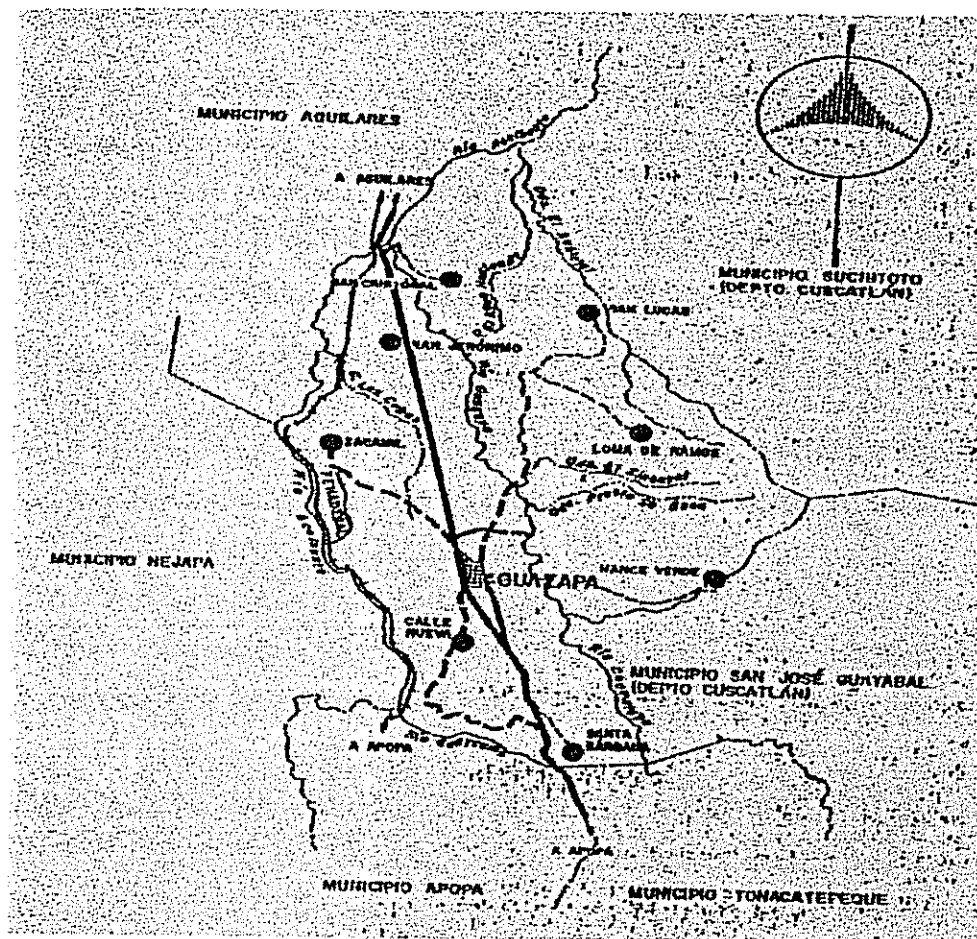
\*Tutultepeque

\*Nance Verde

Mientras que el área urbana tiene tres barrios: El Calvario, El Centro y San José, y cinco colonias: Matilde, Las Brisas, Buena Vista, San Antonio y Palmira.

Los ríos que irrigan el municipio de Guazapa y que aun conservan su poco caudal son: El río Guazapa, Guaycume, Chamulapa y Acelhuate. La cuenca del Río Acelhuate tiene una área de 733 kilómetros cuadrados o sea el 3.5% de la superficie total del país, se localiza en la zona central de El Salvador, al norte de los departamentos de Cuscatlán y San Salvador con una latitud de  $13^{\circ} 47'$  a  $13^{\circ} 53'$  y una longitud oeste de  $88^{\circ} 51'$  a  $89^{\circ} 14'$  (Ver Anexo 5A).

El río Acelhuate penetra la ciudad de Guazapa en el kilómetro 3.2 al sur de la misma en el lugar donde recibe las aguas del río Guaycume (Ver Figura 3). Desde esta afluencia y en dirección norte, su curso sirve al municipio, corriendo junto con sus tributarios de sur a norte para unirse al Río Lempa.



**Figura 3. Mapa del Municipio de Guazapa y Recorrido del Río Acelhuate**

**Fuente:** Consejo Nacional Para la Cultura y el Arte (CONCULTURA), Monografía Del Municipio de Guazapa, 1996.

La zona se caracteriza por una altura promedio de 600 msnm, una precipitación promedio de 1700 mm al año, con una variación de temperatura anual promedio de cinco grados centígrados. Según el mapa ecológico de zonas de vida diseñado por el Dr. Leslie Holdridge presenta las siguientes zonas principales:

Bosque húmedo subtropical, transición a tropical.

Bosque húmedo subtropical y Bosque muy húmedo subtropical (PAES, 1999).



### 3.1.1 Problemática Ambiental de la Cuenca del Río Acelhuate

Desde el nacimiento del río Acelhuate hasta su descarga en el río Lempa tiene un incremento en 733 % en el nivel de coliformes fecales, descargando 550 veces la norma para calidad de vida acuática y 1100 veces la norma para actividades acuáticas (Ver Anexo 6A). Debido al alto grado de contaminación de las aguas superficiales en la cuenca, se considera como disponible únicamente el agua subterránea (FIAES-UCA, 1997).

El río Acelhuate forma parte del sistema hidrográfico del río Lempa, y en su trayecto hacia la desembocadura, recibe el aporte de varios afluentes entre ellos, la quebrada Montserrat, Arenal de Mejicanos, quebrada Tutunichapa, Tomayate, y los ríos las Cañas, Guazapa y Tasajera entre otros. Toda la cuenca del río Acelhuate es un factor de riesgo para la población que vive alrededor, por la excesiva contaminación con heces fecales (*Echericha coli*), materia orgánica y la generación de gases como metano, fosfina y amoníaco resultados de la depuración anaerobia en algunos tramos del mismo, imposibilitando cualquier uso benéfico de sus aguas así como el desarrollo de vida acuática (Ministerio de Agricultura y Ganadería [MAG], 1997; Programa Ambiental de El Salvador [PAES], 1999).

El crecimiento demográfico acelerado de El Salvador ha ocasionado un incremento en la demanda sobre los servicios públicos, esencialmente en la dotación de agua potable. Además, este crecimiento ha originado un movimiento poblacional hacia las pocas áreas protegidas del país poniendo en peligro el delicado equilibrio ecológico y el recurso hídrico. Es por eso que los recursos naturales de la cuenca del río Acelhuate y principalmente del municipio de Guazapa siguen deteriorándose gradualmente por lo que es necesario un mayor esfuerzo para garantizar su protección y manejo adecuado.

Las actividades recreativas en la cuenca han ido desapareciendo ya que la calidad de sus aguas no lo permiten y no existe hasta la fecha una coordinación eficiente entre las instituciones del Estado, Privadas, Municipalidades y población que operan en la zona para mitigar dicha problemática.

### 3.2 Proceso de Recolección de Datos

La metodología aplicada se detalla en la Figura 4. En esta se detallan esquemáticamente los pasos que se dieron desde el diagnóstico general en la zona de estudio (Municipio de Guazapa), hasta los análisis estadísticos, econométricos e institucionales.

El diagnóstico de campo se realizó para poder conocer mejor la zona de estudio, condiciones, accesibilidad y principalmente para poder caracterizar la población objetivo. Los grupos focales fueron realizados con miembros de instituciones gubernamentales, no gubernamentales y ciudadanos del municipio, siendo estos una herramienta primordial en la identificación de la problemática, así como también de muchos aspectos sociales, políticos, culturales, y religiosos.

La parte medular de la aplicación metodológica de valoración contingente son la aplicación de la encuesta piloto y la encuesta final con la prueba de rango (scope). La encuesta piloto permite determinar los rangos de Bids y de partida para implementar en la encuesta la cual debe hacerse lo mejor posible y la encuesta final en donde se determina la media de voluntad de pago (MVP), por cada individuo. Es decir la máxima cantidad que el individuo está dispuesto a pagar adicionalmente en su recibo de agua para el mejoramiento de la calidad del agua de la cuenca del Río Acelhuate a través de la tecnología de plantas de tratamiento secundario, lo que permite posteriormente obtener la (MVP) de la población objetivo.

El diagnóstico institucional permite conocer y evaluar los aspectos legales e institucionales con relación al uso y manejo de los recursos hídricos y la gestión ambiental en el ámbito nacional salvadoreño. También se determinaron los costos para plantas de tratamiento secundario según tecnología aplicada por la Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (ANDA). Finalmente toda esta información recopilada es analizada y procesada a través del uso de programas estadísticos y econométricos, para así poder evaluar la factibilidad del proyecto a implementarse.

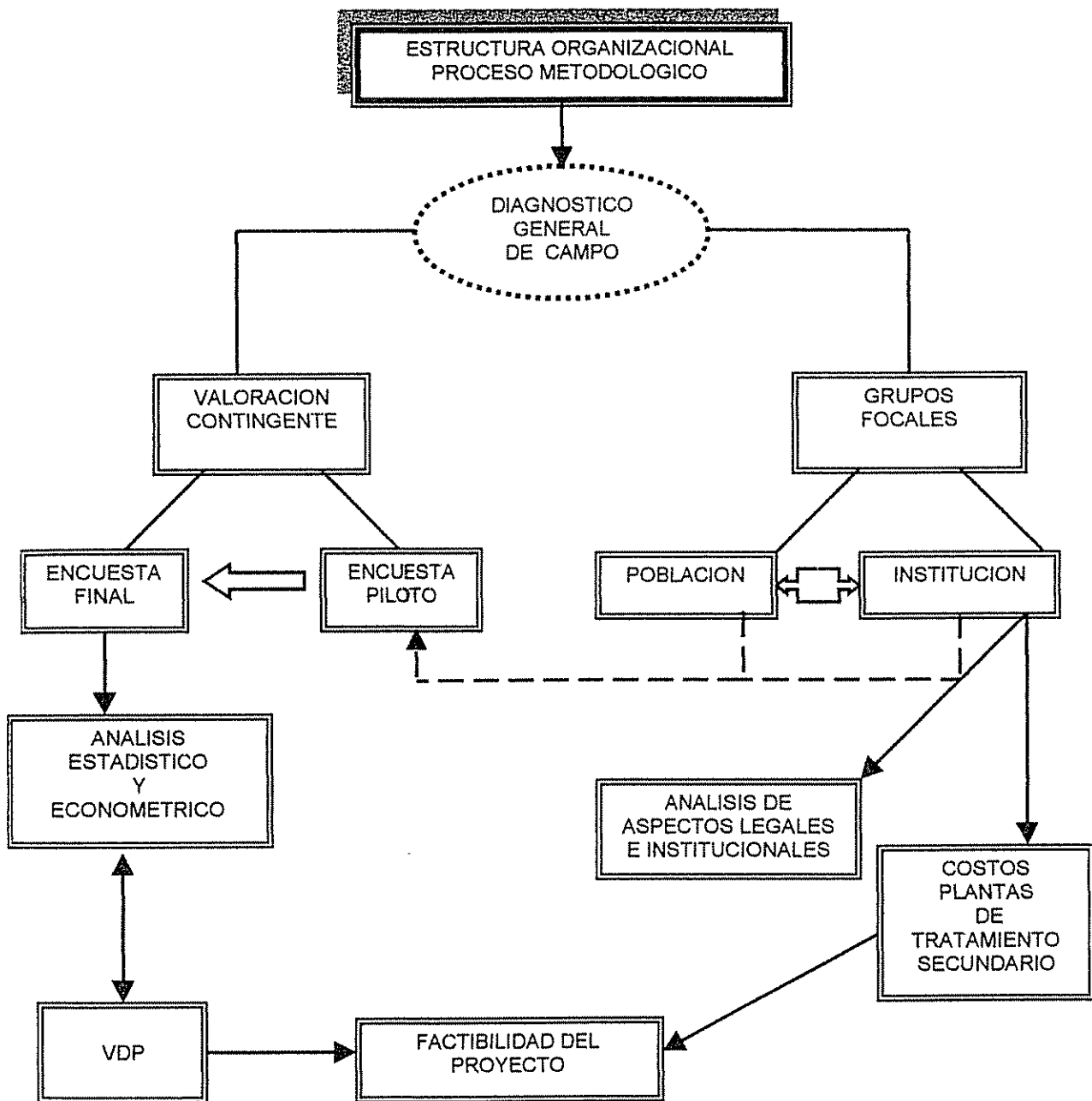


Figura 4. Estructura Metodológica.

### **3.3 Grupo focal**

En primer lugar se identificaron distintas instituciones involucradas en una forma directa e indirecta con el recurso hídrico en el área geográfica de estudio. Así mismo se realizaron tres reuniones con grupos focales o reuniones intersectoriales, dos con los residentes del área en estudio y una con representantes de Organizaciones No Gubernamentales (ONG's), instituciones públicas y privadas como son ministerio de salud, agricultura, ambiente, educación, y la administración nacional de acueductos y alcantarillados entre otros, para poder así conocer sus diferentes puntos de vista, actitudes, sentimientos, experiencias, y reacciones respecto a la problemática de la cuenca y la disponibilidad de la población para cambiar el entorno a través de la disponibilidad de pago para tratamiento de aguas servidas.

De igual forma se realizaron entrevistas personales a personas directamente involucradas con la problemática ambiental y los recursos hídricos del país. Lo que permitió realizar un estudio exploratorio a través de las distintas entrevistas durante el proceso, así como también el impacto que genera el estudio en la zona y el interés de las mismas en la investigación.

Macintosh (1993), recomienda un número promedio de miembros en los grupos focales de 6 a 15; por lo que en este estudio se trabajó con un número de 15 personas. Los participantes deben sentirse cómodos entre ellos y el moderador debe dar una explicación clara de su propósito al grupo y de facilitar la interacción entre ellos (Kreuger, 1988).

### **3.4 Caracterización de la Población**

La caracterización de la población se realizó auxiliándonos de distintos recursos entre ellos listados de los usuarios ANDA (Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados), monografía del municipio, diagnóstico de campo en coordinación con técnicos del PAES (Programa Ambiental de El Salvador) y mapas de catastro pudiendo de tal forma identificar la población objetivo con sus características y diferencias particulares. La mayor parte de la población es rural, como se puede observar en el Cuadro 4.

El 51.5 por ciento de la población total es mayor de edad teniendo entre sus actividades laborales la agricultura, ganadería, artesanía, turismo y otros. El tipo de vivienda predominante es de adobe y bahareque, aunque también hay de tipo mixto, madera y otros.

**Cuadro 4. Población por grupos etéreos.**

GRUPOS	URBANOS	RURALES	TOTALES	PORCENTAJE %
- 1 año	250	567	817	3.6
1 a 4 años	1008	2622	3630	15.8
5 a 14 años	1818	4861	6679	29.1
15 a más años	3509	8284	11793	51.5
<b>TOTAL</b>	<b>6585</b>	<b>16334</b>	<b>22919</b>	<b>100</b>

Fuente : CONCULTURA, Monografía del Municipio de Guazapa, 1996.

En el Cuadro 5, los datos disponibles de pobreza indican que en el año de 1996 casi dos tercios de la población salvadoreña se encontraba en condiciones de pobreza y alrededor de un tercio de la misma se consideraba extremadamente pobre. Los pobres urbanos representaban casi el 43 %, mientras que los pobres rurales eran el 65%. La diferencia de estos porcentajes con respecto a 100 corresponde a los no pobres<sup>2</sup> para cada área geográfica (FUSADES, 1997).

<sup>2</sup> Según (FUSADES, 1997 # 138) "no pobre" es aquella familia que alcanza a satisfacer sus necesidades básicas.

**Cuadro 5. El Salvador Pobreza Total, Urbano y Rural.**

AÑOS	1991/92	1992/93	1994	1995	1996
TOTAL	POR	PAIS			
Pobreza Extrema	28.2	27.0	23.9	18.3	21.6
Pobreza relativa	31.5	30.5	28.5	29.4	30.3
No pobres	40.3	42.5	47.6	52.3	48.1
TOTAL	URBANO				
Pobreza extrema	23.3	20.8	16.3	12.6	14.7
Pobreza relativa	30.5	29.6	27.5	27.7	28.2
No pobres	46.2	49.6	56.2	59.7	57.1
TOTAL	RURAL				
Pobreza extrema	33.6	33.8	34.8	26.4	31.4
Pobreza relativa	32.5	31.5	29.8	31.8	33.3
No pobres	33.9	34.8	35.4	41.8	35.3

**Fuente:** Encuestas de hogares y propósitos múltiples 1996, MIPLAN. Citado por el comité de desarrollo rural CDR, en porcentajes, como lineamientos para una estrategia de desarrollo rural, noviembre /98.

En el Cuadro 6 se comparan los ingresos promedio en colones salvadoreños de las personas en el área urbana y rural, según niveles de educación, confirmándose de que a mayores niveles de educación corresponden mayores niveles de ingreso. En el mismo Cuadro se observa además que, todos los niveles educativos obtienen en promedio mayores ingresos en el área urbana y la relación ingreso urbano/ingreso rural se incrementa a medida que aumenta el nivel educativo.

La distribución de las viviendas rural y urbana se detallan en el Cuadro 7 observándose los porcentajes de cobertura respectivos del servicio de acueductos y alcantarillados dado por ANDA. Aunque existe buen servicio para algunos cantones aún existen otros con porcentajes bajos de servicio y nulos como lo es para el cantón Tutultepeque. Siendo el área rural con un porcentaje menor de cobertura (53 %).

**Cuadro 6. El Salvador Ingreso Urbano y Rural, según Niveles de Estudio, 1996.**

NIVELES DE ESTUDIO	INGRESO PROMEDIO RURAL	INGRESO PROMEDIO URBANO	RELACIÓN URBANO RURAL EN (%)
Ninguno	700.65	834.21	119.1
De 1 a 3 años	879.99	1,231.41	139.3
De 4 a 6 años	961.77	1,427.07	148.4
De 7 a 9 años	1,179.29	1,526.95	129.5
De 10 a 12 años	1,467.15	2,201.78	150.1
De 13 y más años	2047.27	3,734.62	183.0

**Fuente:** FUSADES. Pobreza rural, boletín # 138, mayo de 1997. San Salvador, El Salvador, p.9.

**Cuadro 7. Vivienda Rural y Urbana de Guazapa.**

*MUNICIPIO Y CANTONES	TOTAL DE VIVIENDAS	VIVIENDAS CON AGUA	VIVIENDAS SIN AGUA	% COBERTURA	VIVIENDAS CON AGUA CLORADA
Guazapa*	2670	2537	133	95	2537
Sta. Barbara	421	321	100	76	272
Calle Nueva	514	314	200	61	250
Zacamil	306	233	73	76	175
Tutultepeque	375	-	375	0	-
San Jerónimo	324	269	53	87	269
Loma de Ramos	495	195	300	40	30
San Lucas	380	180	200	47	40
Nance Verde	100	25	75	25	15
<b>TOTAL RURAL</b>	<b>2915</b>	<b>1537</b>	<b>1376</b>	<b>53 %</b>	<b>1051</b>
<b>TOTAL</b>	<b>5585</b>	<b>4074</b>	<b>1509</b>	<b>73 %</b>	<b>3588</b>

**Fuente :** ANDA, 1999.

### 3.5 Tamaño de la muestra

En el presente estudio se utilizó un muestreo aleatorio estratificado. Es conveniente aclarar que una muestra aleatoria estratificada es definida como la separación de los elementos de la población en grupos que no presenten traslapes, llamados estratos y la selección posterior de una muestra irrestricta aleatoria simple de cada estrato (Scheaffer, Mendenhall y Ott 1987). Para determinar el tamaño de la muestra ( $n$ ) en una distribución proporcional, en el se considera solamente el tamaño de los estratos con relación al de la población, utilizando la siguiente formula:

$$n = \frac{\sum N_i^2 p_i q_i / w_i}{N^2 D + \sum N_i p_i q_i} \quad (1)$$

Donde:

$W_i$  = fracción de observación asignada al estrato  $i$ ,  $w_i = N_i / N$

$p_i$  = es la proporción poblacional del estrato  $i$ , para el caso será  $p_i = 0.5, q_i = 1 - p_i, q_i = 0.5$

$D$  = precisión o intervalo establecido por el investigador en nuestro caso se dejará 0.05.

$$D = B^2 / 4 \quad (2)$$

$B$  = Intervalo del error (0.05%)

Una variabilidad asumida del 50 % (25%=sí y 25%=no).

Para distribuir ( $n$ ) en los dos estratos se realizó a través de una distribución proporcional aplicando la siguiente fórmula:



$$n_i = n \frac{N_i}{N} \quad (3)$$

Donde:

$N_i$  = tamaño de los estratos.

$N$  = tamaño de la población total.

$n_i$  = numero de encuestas por estrato.

El muestreo aleatorio estratificado uno de los métodos usados en diseños de muestreo, el cual permite reducir los costos de sondeos de la opinión pública o de los consumidores al dividir en segmentos llamados estratos la población en estudio. Se seleccionan muestras aleatorias dentro de cada estrato; después se combina esta información para hacer una inferencia acerca de toda la población en estudio (Universidad de El Salvador [UES], 1997). Otra ventaja que presenta el muestreo aleatorio estratificado es el poder utilizar la información de la muestra acerca de cada estrato y poder así comparar las opiniones de los dueños de casa de una zona con otra.

En la Figura 5 se representa esquemáticamente el muestreo por estratos y la distribución de encuestas a realizar en el estudio. Realizando el muestreo aleatorio estratificado. Este nos permite reducir los costos de sondeo de la opinión de los usuarios de ANDA, al dividir la población en segmentos llamados estratos.

El marco muestral estaba limitado a los listados de usuarios de ANDA, con servicio de alcantarillado y medidor además de los usuarios con alcantarillado pero sin medidor, siendo esta una población objetivo de 1,384 usuarios. Seleccionando de los listados de ANDA, en una forma aleatoria los 250 usuarios a encuestar y posteriormente combinar toda la información, para hacer una inferencia acerca de toda la población en estudio.

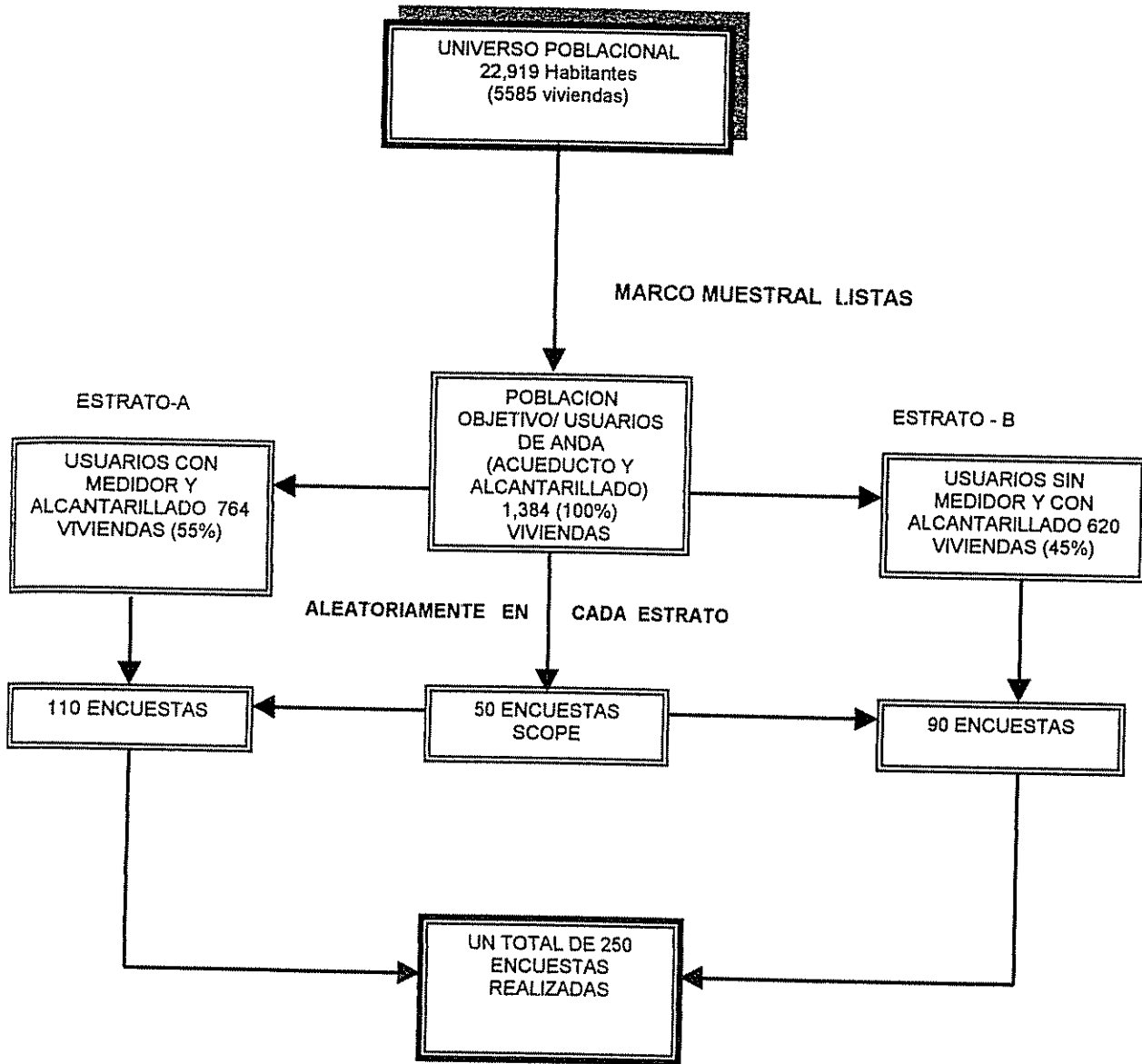


Figura 5. Flujograma del Muestreo y Distribución de Encuestas.

### 3.6 Encuesta piloto

Al realizar una encuesta piloto lo que se persigue es mejorar y calibrar la encuesta definitiva, es decir validar la misma considerando aspectos como lenguaje utilizado, palabras más claras y menos confusas para los entrevistados y principalmente fijar los BIDS. Los Bids son los montos iniciales de pago obtenidos en la encuesta piloto, al preguntarle abiertamente al entrevistado cuanto está dispuesto a pagar por implementar plantas de tratamiento secundario, para el tratamiento de las aguas servidas previas a ser vertidas en el Río Acelhuate. Posteriormente estos Bids describen las tarifas de dinero que se proponen a los entrevistados en la encuesta final (Mitchell Y Carson, 1993).

La encuesta piloto permitió definir el rango de la voluntad de pago (VDP), la cual es la máxima cantidad de dinero que el entrevistado está dispuesto a pagar por un bien o servicio ambiental a recibir. Los valores máximos y mínimos de (VDP) para tratamiento de aguas servidas en el Río Acelhuate se ubicaron en un rango de 40 y 5 colones salvadoreños respectivamente, equivalente a U\$ 0.55 y U\$ 4.60 al cambio actual de 8.69 colones salvadoreños por Dollar.

La encuesta piloto se realizó en el periodo del 15 de marzo al 29 del mismo mes. Se utilizaron cinco encuestadores en el área sub urbana del municipio de Guazapa comprendidos dentro de los dos estratos los usuarios de ANDA con servicio de agua potable y alcantarillado. El estrato uno el cual fue para la zona sub urbana con servicio de agua potable y alcantarillado que poseen medidor con un número de 45 encuestas. El estrato dos fue para la zona sub-urbana con servicio de agua potable y alcantarillado pero que no poseen medidor con un número igual de 45 encuestas.

Este numero de encuestas fue proporcional al numero de viviendas y a la distribución logística de los encuestadores en sus áreas de trabajo. Lo que hace un total de 90 encuestas pilotos realizadas aleatoriamente dentro de cada estrato.

La caracterización por estratos se describe en el Cuadro 8 observándose las actividades principales de los habitantes del municipio de Guazapa, el número de usuarios de ANDA en la zona sub urbana y el número de encuestas piloto realizadas, dicho formato se presenta en el Anexo 7A.

Cuadro 8. Caracterización por Estrato.

ESTRATO	VIVIENDA	ACTIVIDADES	USUARIOS DE ANDA	# MIEMBROS POR FAMILIA PROMEDIO	# ENCUESTA PILOTO
1-Zona urbana usuarios ANDA, que no poseen medidor	su Ladrillo, cemento, teja, duralita y teléfono.	Obreros, pequeños empresarios, albañiles	620	5	45 en barrios y calles principales
2- Zona urbana servicio usuarios ANDA, que poseen medidor	su Ladrillo, cemento, teja, duralita y teléfono.	Obreros, pequeños empresario, albañiles.	764	5	45 en barrios y calles principales
<b>TOTAL</b>			<b>1,384</b>		<b>90</b>

Fuente: ANDA, 1999.

### 3.7 Organización y ejecución de las encuestas finales

Las encuestas se realizaron en los meses de mayo y junio siendo estos los últimos meses de la época seca, en donde los problemas de contaminación de la cuenca del Acelhuate son más sentidos ya que por la ausencia de lluvia los efectos de dilusión se ven reducidos.

Para la ejecución de estas encuestas se consideraron ciertos criterios:

- Se tomo como base los listados de los usuarios de ANDA, de donde se conformaron dos estratos y dentro de cada estrato se seleccionaron en forma aleatoria los usuarios a entrevistar de cada estrato, tomando el nombre de estos, la dirección exacta para conformar el listado de entrevistados que serían posteriormente entregados a cada encuestador.

- La aplicación de todas las encuestas se hizo con cinco encuestadores profesionales.
- Cada encuestador realizó un total de cincuenta encuestas a un costo de \$3 por encuesta haciendo un total de 250 incluyendo las 50 encuestas para la prueba de rango (scope), de la que se hablará posteriormente.
- Cada encuestador era monitoreado en el desarrollo de su trabajo, su asistencia, responsabilidad, puntualidad con el desempeño de la misma y verificación de la entrevista a través de una nueva visita o vía telefónica.
- Los encuestadores contaron con el apoyo logístico así como de material y equipo para el desarrollo de las encuestas.
- Se consideró el pasar las encuestas durante la semana en horas finales de la tarde y los fines de semana ya que la población adulta era más factible de estar en casa.

### **3.7.1 Diseño de la encuesta**

Después de haber realizado la encuesta piloto, se hicieron las modificaciones necesarias al formato original de la encuesta final (Ver Anexo 8A), quedando estructurada de la siguiente forma:

En la primera sección de la encuesta se busca obtener información general sobre el recurso a evaluar y definir el conocimiento que tiene la población sobre los problemas ambientales de su municipio y el uso del recurso.

La segunda sección comprende la propuesta del bien o servicio ambiental a mejorar, auxiliándose el encuestador de fotografías dando a conocer la situación crítica de la cuenca y los efectos en la población, así como también una cuenca en condiciones óptimas. Posteriormente se realizaron preguntas sobre el servicio de agua potable que poseen y aspectos de calidad del agua.

La tercera sección de la encuesta da a conocer la tecnología propuesta para el tratamiento de las aguas servidas del río Acelhuate. También comprende la parte medular de la encuesta la cual es el estimar la voluntad de pago de la población para implementar plantas de tratamiento secundario o biológico para reducir la contaminación orgánica – biológica hasta en un 80%.

La cuarta y última parte de la encuesta comprenden aspectos socioeconómicos (ingreso, nivel educativo, etc.) dejándolos en la parte final pues en esa etapa de la encuesta ya se ha logrado cierto nivel de comunicación y confianza con el entrevistado.

En el Cuadro 9 se observan los rangos de Bids aplicados en las encuestas, diferenciando un Bid inicial ( $BID_i$ ), un Bid inferior ( $BID_l$ ) y un Bid superior ( $BID_u$ ) para cada uno. Los Bids expresados en colones salvadoreños y Dolares americanos.

**Cuadro 9. Rangos de BIDS en Colones Salvadoreños y Dolares**

$BID_i$ / Clns.	$BID_i$ U\$	$BID_l$ Clns.	$BID_l$ U\$	$BID_u$ Clns.	$BID_u$ U\$
5	0.575	2.50	0.288	10	1.151
10	1.151	5	0.575	20	2.301
20	2.301	10	1.151	40	4.603
30	3.452	15	1.726	60	6.904
40	4.603	20	2.301	80	9.206

Cambio del Dollar en el mercado 8.69 colones salvadoreños por US\$1, junio del, 2000.

### 3.7.2 Variables incluidas en la encuesta

En el Anexo 9A se presentan las variables independientes y dependientes que fueron incluidas en la encuesta de igual forma su nomenclatura y codificación para cada variable. Estas variables se consideran importantes por ayudar a explicar la VDP de los usuarios de ANDA, para el tratamiento de aguas servidas en la cuenca del Acelhuate y por consiguiente un mejoramiento ambiental en su calidad de vida.

La variable dependiente está dada por la probabilidad de respuesta de disponibilidad a pagar (Sí / No) y las variables independientes todas aquellas variables evaluadas en la encuesta. Dejando finalmente las variables que mejor explican el modelo y que presentan mayor significancia, tal como se discuten ampliamente más adelante.

### **3.8 Análisis Estadístico y Econométrico de los Datos**

Como se observó anteriormente cada variable de la encuesta fue codificada para posteriormente introducir los datos en una hoja electrónica de Excel. De donde posteriormente fueron exportados estos datos al programa de SAS (Statistical Analysis System, 1989.) Y LIMDEP (Limited Dependent Variables.) (Green, 1998). En donde se procesó la base de datos, realizándose los tipos de análisis que seguidamente se describen.

Para el análisis de los datos se aplicarán pruebas previas que nos permitan determinar la multicolinealidad existente entre las variables independientes, pruebas de correlación y matrices de varianza y covarianza para ver grado de asociación y variabilidad entre las variables a usar en el modelo final (Gujarati, 1993).

A los datos que se obtengan se les realizará análisis estadístico univariado y multivariado. Con el análisis descriptivo o univariado se pretende determinar la media, su error estándar, varianza y su coeficiente de variación entre cada una de las variables socioeconómicas identificadas como las de mayor relevancia en el estudio (intercepto, bid, jefe de hogar, e ingreso), y la respuesta positiva o negativa a la disponibilidad de pago como variable dependiente entre otras (Stokes, 1995).

#### **3.8.1 Procedimiento del Análisis Dicotómico Logit**

##### **3.8.1.1 Dicotómico logit simple**

La estimación del modelo logit parte de las respuestas obtenidas en la encuesta a la pregunta dicotómica de disponibilidad de pago, más la información básica sobre las características socioeconómicas de los entrevistados a través de las variables independientes incluidas en el modelo (Bid, Jefe de hogar, e ingreso). Estas respuestas

se tabulan asignando  $P=1$  a las respuestas afirmativas, si el entrevistado está dispuesto a pagar una cantidad adicional de dinero para mejorar la calidad del agua del río Acelhuate y  $P=0$  a las respuestas negativas.

Para el modelo Dicotómico Simple las probabilidades predichas son calculadas haciendo uso de la siguiente fórmula:

$$P = \frac{\exp^z}{(1 + \exp^z)} \quad (4)$$

donde :

$P$  = la probabilidad de respuestas positivas Sí a la pregunta de VDP.

$Z = X^i \beta$  (Matriz de variables independientes por su coeficiente)

En donde también la probabilidad del modelo a la voluntad de pago (VDP), "Sí" / "No" hace uso de la fórmula:

$$Z = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2 + \dots + b_n x_n + u_i \quad (5)$$

Donde :

$Z$  : es la variable dependiente y está asociada a la siguiente ecuación.

$Z = \log(\text{probabilidad de sí} / \text{probabilidad de no})$ .

$b_0, \dots, b_n$  son los coeficientes estimados de los parámetros.

$x_1$  = la disponibilidad de pago expresada en cantidad de dinero.

$x_2, \dots, x_n$  son las variables independientes que influirían en la VDP

$u_i$  = es el término del error.



El análisis logit se caracteriza por presentar el modelo donde la variable dependiente es conocida por ser una función no lineal de sus variables independientes. Así mismo el modelo logit junto con la selección dicotómica de "Sí" o "No" respuesta es más aceptado porque tiende a disminuir o minimizar los casos hipotéticos y fallas de no-respuesta en la VDP de los encuestados (McRonnie H.D. 1997).

Los modelos logit usando variables dependientes dicotómicas tienen muchas ventajas sobre las otras técnicas para determinar VDP. En muestras relativamente amplias, los coeficientes obtenidos por regresión logística son insesgados y eficientes ( Pinazzo. J y Shultz. S. 1996). Su estimación se hace a través de la técnica no lineal de estimación a través del método de máxima verosimilitud (MLE). La ecuación logística describe el patrón de respuestas ya sea este positiva o negativa (Si / No), que se obtiene por las diferentes cantidades alternativas de dinero (Bids).

Según Haneman et. al. (1991), el método del dicotómico simple es fácil de entender para los entrevistados, pues los cálculos son menos complicados, pero se requiere de una muestra grande para obtener resultados confiables. Así la eficiencia estadística de este método se mejora apreciablemente cuando se realiza la segunda pregunta dicotómica (Double Bounded).

### **3.8.1.2 Prueba de Rango (Scope)**

Para realizar la prueba de rango, se consideró en primer lugar el plantear a los entrevistados una mejor alternativa tecnológica, como lo es el uso de plantas de tratamiento terciario, haciendo uso de lamparas de rayos ultravioleta (Ver anexo 4A), la cual permitiría llevar la pureza del agua hasta un 99.9 % según expertos en dicha tecnología (GBWWPT, 1999).

La prueba de rango es una variable que se incluye en la encuesta final para poder conocer el valor que otorgan las personas a los cambios en el bienestar que les produce la modificación en las condiciones de oferta de un bien ambiental (Azqueta, 1994). La prueba de rango dentro del MVC es utilizada para poder ver el valor que las personas confieren a un bien determinado, conociéndose a este como efecto de incrustación. Por lo que el método de valoración contingente estaría no-solo descubriendo el valor de determinados bienes públicos o externalidades, sino también la compra de la satisfacción moral que le proporciona a la persona el contribuir en una causa justa (Azqueta, 1994). Es

decir, este determina el valor como una obligación moral en donde la población manifiesta la compra de satisfacción interesándose por el valor de una serie de mejoras medioambientales previamente definidas, encontrándose en ellas el efecto de incrustación (Kahneman y Knetsch, 1992a).

### 3.8.1.3 Dicotómico Logit Doble

El análisis de los datos también se realizará con el método "Double Bounded" o dicotómico doble, para así evaluar los valores de VDP en la segunda ronda. Específicamente se preguntó por primera vez a la persona si está dispuesto a pagar un monto de dinero (BID) adicional en su recibo de agua que paga actualmente por mes por un sistema de plantas de tratamiento secundario para las aguas negras vertidas a la cuenca del río Acelhuate. Dependiendo de la respuesta a la primera pregunta que dieron los entrevistados se procede con la segunda pregunta, para el caso si la primera respuesta es "Sí", el segundo BID es una cantidad mayor al primer BID; de acuerdo a los rangos pre-establecidos en la encuesta piloto, mientras si la respuesta fue "No", entonces el segundo BID es una cantidad menor (Haneman et. al. , 1991).

Para este modelo la función log de máxima verosimilitud es uno de los métodos más comúnmente usados para estimar este tipo de modelos (Ardila, 1993). Este método estima los parámetros del modelo maximizando la función de verosimilitud con respecto a los parámetros del modelo; encontrando los valores de los parámetros que maximizan la probabilidad de respuestas en la encuesta a través del método de estimación no lineal de máximo verosimilitud dada por la formula siguiente:

(6)

$$\ln L^0(\theta) = \sum \{d_i^{yy} \ln \pi^{yy}(B_i, B_i^{yy}) + d_i^{nn} \ln \pi^{nn}(B_i, B_i^{nn}) + d_i^{yn} \ln \pi^{yn}(B_i, B_i^{yn}) + d_i^{ny} \ln \pi^{ny}(B_i, B_i^{ny})\}$$

siendo  $B_i$ ,  $B_i^{yy}$  y  $B_i^{nn}$  los bids utilizado para el i-ésimo entrevistado donde  $d_i^{yy}$ ,  $d_i^{nn}$ ,  $d_i^{yn}$ ,  $d_i^{ny}$  son variables indicativas de valores binarios, donde la probabilidad de respuestas al segundo bid afina el modelo diotómico simple, elevando el límite bajo o bajando el límite alto con los bids propuestos a los entrevistados y en donde la función de máxima

verosimilitud maximiza con respecto a cada uno de los parámetros. El estimador de la prueba de máximo verosimilitud para el modelo  $\theta^{\wedge D}$  es la solución a la ecuación  $\partial \ln L^D(\theta^{\wedge D}) / \partial \theta = 0$ . La matriz de varianzas covarianzas de  $\theta^{\wedge D}$  está dada por:

$$V^D(\theta^{\wedge D}) = \left[ -E \frac{\partial^2 \ln L^D(\theta^{\wedge D})}{\partial \theta \partial \theta} \right] = I^D(\theta^{\wedge D})^{-1} \quad (7)$$

En donde:

$\theta^{\wedge D}$  = estimador de la función

$\ln L^D(\theta^{\wedge D})$  = logaritmo de la función por el estimador

$\partial \theta \partial \theta$  = varianzas del del parámetro del vector

$I^D(\theta^{\wedge D})^{-1}$  = matriz de información.

#### 3.8.1.4 Estimación de la media de voluntad de pago (VDP)

La media de voluntad de pago de un individuo o de una población está dada por la cantidad promedio de dinero que está dispuesto a pagar por un bien o servicio ambiental por la mejora de su bienestar o calidad de vida.

Este valor puede ser obtenido a través de cualquier proceso matemático o geométrico de integración. Para estimar el valor promedio de la VDP, se debe obtener la integral de la función inversa de la distribución acumulativa, la cual está representada por la siguiente ecuación:

$$\text{Media voluntad de pago (VDP)}_{\text{promedio}} = \alpha / \beta \quad (8)$$

La determinación de la media por el método anterior, es ampliamente facilitado a través del uso de un programa de integración numérico. Donde alfa ( $\alpha$ ) es la constante obtenida

y beta ( $\beta$ ) el coeficiente de la disponibilidad de pago que representa el nivel donde se corta la curva logística para propósitos de integración entre la máxima probabilidad de respuestas positivas y el máximo BID aceptado, el cual para muchos investigadores representa la mayor cantidad de disponibilidad de pago (Loomis, 1988).

Según Hanemann (1984), la fórmula que se debe usar para determinar el valor promedio de la VDP en un análisis logístico, depende en gran medida del modelo utilizado, por lo que propone la siguiente ecuación para modelos que utilizan variables independientes adicionales, con la finalidad de cambiar la expresión logística y mejorar la bondad de ajuste del modelo.

$$\text{Media VDP} = \alpha / \beta \quad (9)$$

Donde alfa es una constante que se calcula al multiplicar cada uno de los coeficientes obtenidos por su media con la excepción de la variable VDP. Los coeficientes son obtenidos por la estimación logística del modelo. Estos productos son sumados y agregados a la constante original o valor del intercepto, mientras que beta sigue siendo el coeficiente de voluntad de pago (VDP).

Variables	Coefficientes
Intercepto $X_0$	$\beta_0$
Bids $X_1$	$\beta_1$
$X_2$	$\beta_2$
$X_3$	$\beta_3$

En este modelo en particular, la mediana de la distribución del verdadero valor de la VDP coincide con su media. El estimado de la media puede ser obtenido al dividir la constante alfa por el coeficiente de la disponibilidad de pago, para el caso los beta obtenidos.

Mediana =  $\alpha / \beta_1$  = media.

$$\alpha = \beta_0 + (\beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \dots + \beta_n X_n) \quad (10)$$

Esta fórmula permite asumir valores de VDP negativos, independiente del signo de alfa. Haneman (1984), es partidario de utilizar la mediana como la moda para realizar las inferencias sobre la población, especialmente los casos donde los puntos fugados (outliers) pueden existir y el sesgo de truncación es un problema resultante de cantidades inadecuadas de voluntad de pago u otras anomalías. Virtualmente todos los investigadores reportan tanto sus medias como sus medianas derivadas de los estimados de la VDP.

### 3.9 Costo anual uniforme equivalente de la inversión

En este costo se incluye el costo de inversión por la construcción de la planta de tratamiento, materiales, equipo, y compra del terreno. Estas inversiones permiten ser anualizadas a través de la técnica del Costo anual Uniforme Equivalente (CAUE), permitiendo conocer todos los flujos en un periodo de tiempo (Blank, 1993). Se debe definir previamente una tasa de interés y un periodo de tiempo de recuperación.

El CAUE es una técnica que permite convertir todos los gastos en una cantidad anual uniforme equivalente durante toda la vida del proyecto, siendo esta igual para cada año. El uso de esta técnica en proyectos de inversión perpetua es común gracias a su práctica aplicación que permite incorporar dentro de la misma fórmula el factor de amortización y recuperación de capital, anualizando el costo para cada año.

$$CAUE = CF * \frac{(i * (1+i)^n)}{(1+i)^n - 1} + CO \quad (11)$$

Donde:

*CAUE* = Costo Anual Uniforme Equivalente

*CF* = Costo Fijo

*i* = Tasa de descuento (10%)<sup>3</sup>

*n* = Número de años de recuperación (20 años)

*CO* = Costo de operación anual

### 3.9.1 Costos para plantas de tratamiento secundario en El Salvador

En el ámbito nacional ANDA, ha construido algunas plantas de tratamiento secundario con el objetivo de oxigenar y mejorar la calidad de las aguas servidas antes de ser vertidas a los cuerpos de aguas superficiales, en donde pueden tener usos para la agricultura, ganadería, y oficios domésticos entre otros. Para el cálculo de los costos de plantas de tratamiento secundario y limpieza del agua se consultó con funcionarios del ANDA, encargados de la construcción y operación de las plantas de tratamiento, obteniendo los costos de construcción, costos de manejo anual, y volumen de metros cúbicos procesados anualmente para algunas plantas de tratamiento secundario de El Salvador como se detallan en el Cuadro 10.

---

<sup>3</sup> Fijada por recomendaciones de ingenieros del ANDA, y del Banco Central de Reserva de El Salvador

**Cuadro 10. Costo para plantas de tratamiento secundario en El Salvador**

Urbanización	Costo de construcción	Costo manejo anual	Volumen en M <sup>3</sup> Tratados por año	Viviendas atendidas	Plantas de tratamiento
Nuevo Lourdes	6,000,000	72,000	1036800.0	3,400	Reactor y filtro anaeróbico
Ayutuxtepeque	5,000,000	48,000	972000.0	3,000	Sedimentación y filtro biológico
Brizas de Zaragoza	2,500,000	44,000	648000.0	2,000	Lodos activados
Municipio de Zaragoza	2,500,000	18,000	388800.0	1,200	Laguna de oxidación
Municipio de San Juan Talpa	2,500,000	24,000	324000.0	1,000	Filtro biológico con tanques de sedimentación
Proyectada para Municipio de Guazapa	6,790,000	65,184	1242244.0	4,074	Filtro biológico con tanques de sedimentación

**Fuente:** ANDA, 1999. Costo en millones de colones salvadoreños al cambio de 8.69 colones por U\$ 1.

Con estos datos se obtuvo el costo por M<sup>3</sup> / año de plantas de tratamiento de sedimentación y filtro biológico, que corresponde al costo de recuperación para un nivel aceptable de las aguas de uso doméstico, o sea el costo de depreciación por degradación de las mismas.<sup>4</sup>

#### **Costo de limpieza o tratamiento de aguas servidas**

En términos económicos para tratamiento de aguas servidas usualmente no se habla de costo marginal porque sus inversiones son grandes, es por eso interesa hacer uso de costos promedio.

<sup>4</sup> Dueñas, HA. 1999. Ecotecnólogo (entrevista). El Salvador, Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (ANDA).

$$CL = \frac{CI + CO}{M} \quad (12)$$

Donde:

$CL$  = Costo de limpieza o tratamiento del agua

$CI$  = Costo de inversión (Construcción)

$M$  = Metros cúbicos procesados anualmente

$CO$  = Costo de manejo anual de la planta (ANDA, 1998b).

### **Análisis de la Relación Beneficio Costo (B/C)**

En proyectos gubernamentales de beneficio social donde el propietario es el público y el que incurre en los costos es el gobierno la evaluación de la relación beneficio costo es muy utilizada. Pues si la relación beneficio costo es  $\geq 1$ , el proyecto es evaluado económicamente ventajoso de lo contrario no es económicamente viable.

En este estudio la relación beneficio costo está en función de la media de voluntad de pago obtenida de la población como los beneficios a percibir anualmente y el costo anual uniforme equivalente de la inversión más el mantenimiento y manejo de la planta de tratamiento durante la vida del proyecto (Blank, 1993).

$$B/C = \frac{\text{Beneficios}}{\text{Costos}} \quad (13)$$

#### **3.9.2 Tarifa actual**

Esta se determinó a través de la información de los datos obtenidos en las encuestas realizadas, según su pago y consumo mensual reportado en sus recibos de consumo del servicio agua dado por ANDA. Con esta información se procedió a dividir el total de metros cúbicos facturado por mes entre el total de usuarios de ese mes, así se obtuvo el pago mensual promedio por usuario y luego se calculó un promedio general para el



periodo en estudio de ese año (Mayo, 2000), y como resultado se obtuvo la tarifa mensual promedio pagada por los usuarios del servicio de agua potable del municipio de Guazapa.

$$TA = \frac{TM(\$ / M^3)}{C} \quad (14)$$

Donde:

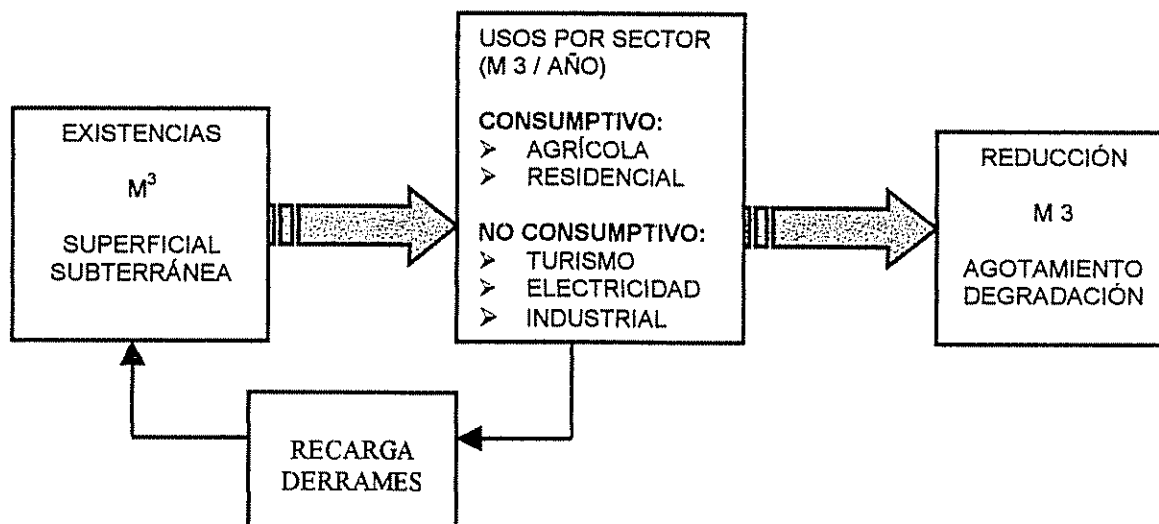
$TA$  = Tarifa Actual (precio /  $M^3$ ) pagado por los usuarios del servicio de agua potable, ANDA.

$TM$  = Tarifa Promedio Mensual

$C$  = Consumo Promedio Mensual (ANDA, 1998b).

La contabilidad del agua requiere que se conozca la disponibilidad del recurso antes de entrar al proceso económico, su distribución en la actividad económica; y su deterioro asociado a esa actividad económica (Ver figura 6). La disponibilidad del recurso se contabiliza como aguas superficiales y aguas subterráneas, que entran al sistema económico, por ejemplo a los sectores de electricidad, agrícola, industrial, doméstico y turismo. El deterioro (en términos económicos, depreciación) se manifiesta de dos formas: distribución en calidad (degradación) y disminución en la cantidad (agotamiento).

En la Figura 6 se describe el flujo general del recurso hídrico desde la base natural de los depósitos de agua (Existencias) hacia los sectores económicos, incluyendo las aguas residuales (reducción del agua).



**Figura 6. Flujo del Recurso Hídrico**

### 3.9.3 Diagnostico Institucional

Para realizar el análisis del marco institucional se hará uso de la información obtenida en los grupos focales, principalmente el de instituciones gubernamentales y no gubernamentales presentes en el área de estudio. También se parte de las respuestas obtenidas en la encuesta de valoración contingente, entrevistas personales con informantes clave e información secundaria. Esto permitirá interactuar con los entes involucrados en la gestión y manejo de los recursos hídricos en el ámbito local y poder proponer un enfoque de manejo sostenible de los recursos hídricos, para impulsar el desarrollo local del municipio a través de la participación ciudadana. En tal sentido el análisis institucional permite conocer en un marco global de las políticas, recursos, organización, y relación con el medio que presentan cada una de las instituciones involucradas con el manejo, conservación y protección de los recursos hídricos en El Salvador. Actualmente El Programa Ambiental de El Salvador (PAES), forma parte del plan de acción ambiental de la Estrategia Nacional de Medio Ambiente y de la estrategia de gobierno para la reconstrucción nacional, y como tal contempla el desarrollo de

acciones encaminadas a mejorar las condiciones ambientales del país, contrarrestándose la degradación ambiental que amenaza el bienestar de la ciudadanía y contribuyendo al desarrollo sostenible de los recursos naturales.

La Dirección General de Recursos Naturales Renovables del Ministerio de Agricultura y Ganadería con el financiamiento del Banco Interamericano de Desarrollo (BID) a través del préstamo 886/OC-ES, está ejecutando el componente de inversiones en la cuenca alta del Río Lempa y el monitoreo de los recursos hídricos y saneamiento de los mismos.

Las actividades incluidas bajo el subcomponente de monitoreo de los recursos hídricos, tienen por objeto contribuir a desarrollar la capacidad de monitoreo y evaluación de la calidad y cantidad de los recursos hídricos en los principales ríos, mediante la rehabilitación de la red de medición de los aportes líquidos y sólidos al embalse Cerrón Grande y un programa de monitoreo de la contaminación hídrica con el propósito de recopilar información básica para sentar las bases de una propuesta de estrategias de descontaminación y recuperación de los recursos hídricos (PAES, 1999).

## 4. RESULTADO Y DISCUSIÓN

### 4.1 Reconocimiento del Área

Un recorrido por la cuenca del río Acelhuate con apoyo del equipo técnico del PAES, permitió conocer el uso actual de la cuenca y del suelo, esta se hizo a través de recorridos con vehículo de doble tracción y motocicleta por aquellos caminos de mayor acceso al área, ubicando vistas panorámicas y observando insitu las diferentes actividades que se estaban haciendo. Se observó la practica de distintas actividades agrícolas como son los cultivos de hortalizas y granos básicos como uno de los cultivos predominantes para los suelos de la zona, con un área promedio cultivada de 10,130 hectáreas, de igual forma el grado de contaminación existente por las descargas de aguas negras e industriales las cuales son vertidas en ella en conjunto con promontorios de basura, lo que la convierte en una de las cuencas más degradada y contaminada por las actividades domesticas, comerciales, agrícolas, e industriales presentes en la zona. En el Cuadro 11 se detallan las principales causas de alteraciones ecológicas que fueron identificadas en la cuenca como resultado del recorrido y reconocimiento de la misma. Aguas domesticas residuales y efluentes industriales son descargados sin ningún previo tratamiento a la cuenca contribuyendo a obtener actualmente un alto grado de contaminación el cual afecta la vida acuática y es uno de los mayores riesgos para la salud de las poblaciones aledañas a la cuenca. La deforestación de áreas en las riveras de la cuenca es cada día mayor, los cultivos en ladera y la falta de obras de conservación incrementa el grado de erosión produciendo altas cantidades de suelo erosionado con un promedio de 20 hasta 200 toneladas por hectárea como sedimentos que se depositan en el embalse del cerrón grande donde desemboca finalmente esta cuenca, causando problemas con las turbinas generadoras de energía eléctrica ya que reduce la vida útil de estas. Además reduce la fertilidad de los suelos agrícolas ya que erosiona la capa de suelo productiva convirtiéndolos en suelos áridos y menos productivos. Esto obliga al productor a incrementar sus costos de producción invirtiendo altas cantidades de fertilizantes los cuales también son lixiviados contaminando las aguas superficiales y subterráneas de la cuenca del río Acelhuate.

**Cuadro 11. Causas de alteraciones ecológicas identificadas en la cuenca del Acelhuate**

CAUSAS DIRECTAS	EFECTO EN EL RIO ACELHUATE
<p><b>Acciones humanas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Establecimiento de asentamientos humanos en áreas de recarga acuífera del río y disposición de desechos líquidos a los cauces del río provenientes de desagües domésticos, comerciales, industriales, granjas agrícolas y otros</li> <li>➤ Incorporación de desechos sólidos de diferente naturaleza: plásticos, latas, depósitos, restos textiles, papelería, etc. A las aguas del río.</li> <li>➤ Efectos de la actividad industrial aledaña a la cuenca.</li> <li>➤ Incorporación de sulfatos, fosfatos y otros nutrientes a las aguas del lago provenientes del uso de jabones, detergentes, lejías y otros.</li> <li>➤ Vertido de aceites y aditivos tóxicos provenientes de talleres industriales, fábricas y gasolineras a los sistemas abiertos de alcantarillado, colectores de agua lluvia y caminos</li> <li>➤ Disminución de la zona de recarga del acuífero.</li> <li>➤ Erosión.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Actividad común, disturbio de las áreas consideradas como críticas para la recarga de acuíferos y protección de los márgenes del río.</li> <li>➤ Actividad frecuente, provoca la pérdida de la calidad del agua superficial y subterránea.</li> <li>➤ Actividad común, provoca mayor contaminación de las aguas superficiales del río Acelhuate</li> <li>➤ Actividad permanente, contaminación al río por vertidos y emanaciones de Pb, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>.</li> <li>➤ Actividad, común, provoca la reproducción acelerada de plantas acuáticas sumergidas en zonas poco profundas.</li> <li>➤ Actividad frecuente, entrada de contaminantes químicos al río a través de escorrentías en ríos, alcantarillados, quebradas aledañas y vertederos municipales.</li> <li>➤ Situación frecuente por la utilización de áreas de recarga e infiltración para construcciones urbanas, comerciales e industriales y de forestación de áreas de recarga natural.</li> <li>➤ Situación común por la utilización de suelos de ladera no aptos para el establecimiento de cultivos limpios.</li> </ul>

Fuente: Diagnostico de la Zona del Estudio, 2000.

#### 4.1.1 Determinación de las características hidrológicas de la cuenca

Esta se hizo posible gracias a la cooperación de la estación meteorológica de Ilopango y de equipo técnico prestado por técnicos del proyecto como son altímetros para medir la elevación y el ecímetro para medir la pendiente promedio en la zona, estas se detallan a continuación.<sup>5</sup>

características hidrológicas de la cuenca:

Área	733 Km <sup>2</sup>
Perímetro	129 Mts.
Orden del cauce	6
Longitud del cauce principal	50 Kms.
Elevación máxima	1893 msnm
Elevación media	574 msnm
Pendiente media	19%
Pendiente del terreno	26%
Pendiente cauce principal	25%
Por su lugar de descarga	Cuenca endorreica

#### 4.2. Instituciones presentes en la Zona de Estudio.

Durante los grupos focales además de participar ciudadanos del municipio, participaron distintas personas de instituciones públicas y no públicas (ONG's).

Los grupos focales, las visitas y entrevistas personales nos permitieron conocer lo que se detalla en el Cuadro 12.

<sup>5</sup> Datos obtenidos de la estación meteorológica de Ilopango. Departamento de Hidrología. Ministerio de Agricultura

**Cuadro 12. Instituciones Presentes en la Zona de Estudio**

INSTITUCIONES	CARACTER	PRINCIPAL FUNCIÓN	COBERTURA DE SERVICIO
Municipalidades	Público	Gobierno municipal	Municipio de Guazapa
MAG	Público	Fomento del agro	Regional
CENTA	Público	Transferencia de tecnología	Regional
PAES	Privado	Manejo, protección y conservación de los recursos naturales	Municipio de Guazapa
ANDA	Público	Acueductos y alcantarillados Planificación familiar	Local
ADS	Privada	Salud, educación, y agricultura	Municipio de Guazapa
Visión Mundial	Privada	Educación pública	Municipio de Guazapa
MINED	Público	Protección legal de los recursos naturales	Regional
PNC-División Ambiental	Público	Salud y asistencia social	Regional
Unidad de salud	Público	Gestionar actividades locales de desarrollo comunitario	Municipio de Guazapa
ADESCO	Privada		Municipio de Guazapa

Fuente: Resultados del Diagnostico Institucional, 2000.

Entre las organizaciones que presentan presencia local a nivel del municipio se encuentran seis de ellas según se detallan en el Cuadro 12, estas deberían integrar esfuerzos en común aportando lo que les sea más factible según su disponibilidad de recursos y poder realizar acciones y proyectos en conjunto, lo que pudiese ser el tomar diferentes responsabilidades en el ámbito local, creando mayor responsabilidad y conciencia ciudadana con respecto al recurso hídrico. Esta participación se podría complementar con investigación ciudadana participativa a través de un proceso iterativo de la construcción del conocimiento a través de intercambio de información, conocimiento, experiencias, vivencias etc. que permitirían mejorar el trabajo a realizar por cada una de las entidades involucradas con la ciudadanía en sus diferentes roles.

### 4.3 Valoración del Agua

#### 4.3.1 Tratamiento Secundario

Con el pre tratamiento y tratamientos primarios a través de procesos mecánicos y sedimentación gravitatorio se logran remover las impurezas en el transcurso de un periodo promedio de cuatro horas de tratamiento primario alcanzando un 55% de sólidos suspendidos removidos (metales pesados, tóxicos) y un 35% de demanda bioquímica de oxígeno (DBO). En el tratamiento secundario las impurezas que persisten luego de haberseles realizado un tratamiento primario son removidas por una intensiva limpieza propia de la actividad biológica.

Posteriormente estas aguas entran en contacto por un periodo de 10 segundos con el oxígeno presente en los bioreactores de los tanques de aireación produciendo así una rápida reproducción de microorganismos los cuales se alimentan de las impurezas presentes en el cuerpo de agua, después de algunas horas de aireación este cuerpo de agua pasa a un purificador secundario depositando estas aguas por un largo periodo en tanques abiertos de estructura similar a las de un primario en donde los productos resultantes de la actividad biológica son los lodos activados.

Aproximadamente el 90 % de lodos activados es retornado nuevamente al tanque de aireación para proveer a la población microbiana más alimento y así poder continuar la purificación de las aguas primarias servidas en movimiento. El exceso de lodos activados es extraído del proceso de circulación a través de bombeo de los espesos desechos de lodos activados y finalmente llevado a los digestores anaeróbicos.

Logrando así, aproximadamente que el 97% de toda la materia suspendida y la contaminación orgánica se haya eliminado desde que las aguas servidas han sido ingresadas a la planta, el cual ha sido un gran logro para el tratamiento de aguas servidas ya que no se hace uso de productos químicos en ninguna etapa del proceso de tratamiento (GOLD BARINTERNET; 1999). (Ver anexo 3A).



### 4.3.2 calculo del consumo de agua promedio percapita

\*consumo promedio mensual = 35 m<sup>3</sup>/mes/casa

\*número de miembros por familia promedio = 5

\*% de pérdida de agua por tuberías y fugas = 25%

$$\text{CPP} = \frac{37.5 \text{ m}^3/\text{mes/casa}}{30 \text{ días} * 5/\text{familia}} = 0.250 \text{ m}^3/\text{individuo/día} = \mathbf{250 \text{ lts / individuo / día.}}$$

### producción promedio anual de aguas servidas por casa

304.941 m<sup>3</sup> (ANDA, 1999)

Por mes = **25.412 m<sup>3</sup>**

Por día = 0.820 m<sup>3</sup> → 819.734 lts /casa/día

$$\text{PPA} = \frac{819.734 \text{ lts /casa/día}}{5 \text{ miembros por familia}} = \mathbf{163.947 \text{ lts / persona / día.}}$$

### 4.3.3 Valor del costo anual uniforme equivalente (CAUE)

El costo de la inversión en compra de tierra del área de terreno a utilizar para planta de tratamiento secundario según estimaciones de profesionales y equipo técnico del, ANDA 1999.

#### Costo total del área

$$CTA = A * CPT$$

Donde:

*CTA* = Costo Total del Área para la planta de tratamiento

*A* = Área

*CPT* = Costo promedio de la Tierra.

*CTA* = 8.8 ha. \* 100,000 colones / ha.

*CTA* = 880,000 colones (US \$101 265.823)

**Costo anual uniforme equivalente estimado para una planta de tratamiento secundario en el municipio de Guazapa (CAUE) (Blank, 1993).**

$$CAUE = \frac{CF * (i * (1+i)^n)}{(1+i)^n - 1} + CO \quad (15)$$

Donde:

*CF* = Costo fijo (costo de área y construcción)

*i* = Tasa de interés(10%)

*n* = periodo de recuperación (20 años)

*CO* = Costo de operación anual (manejo)

$$CAUE = \frac{7670000 * [0.10(1+0.10)^{20}]}{[(1+0.10)^{20}-1]} + 65184 = 832\ 184.00 \text{ colones (US\$ 95763.00)}$$

**Metros Cúbicos que procesaría la planta de tratamiento secundaria en el municipio de Guazapa**

$$39 \text{ lt/seg.} = \frac{10 \text{ lt/seg.}}{1000} = 0.039 \text{ M}^3 / \text{seg.}$$

$$\frac{0.01 \text{ M}^3 / \text{seg.}}{0.02} * 86400 \text{ seg./día} * 365 \text{ días} = 1\ 242\ 244 \text{ M}^3 / \text{Año}$$

**Costo de limpieza promedio anual del agua**

$$CL = \frac{CI + CO}{M^3} \quad (16)$$

Donde:

$CL$  = Costo de limpieza o tratamiento del agua

$CI$  = Costo de inversión (Construcción y compra de tierra)

$M^3$  = Metros cúbicos procesados anualmente

$CO$  = Costo de manejo anual de la planta

$$CL = \frac{7670000+65184}{1\ 242\ 244.00} = 6.23 \text{ colones (US\$ 0.71 / M}^3 / \text{Año) (ANDA, 1999).}$$

**Tarifa actual**

$$TA = \frac{TM(\$ / M^3)}{C} \quad (17)$$

*TA* = Tarifa actual (colones /  $M^3$  / Mes) pagados por los usuarios de ANDA, del servicio de agua potable y alcantarillado.

*TM* = Tarifa promedio mensual (54 colones / US\$ 4.21)

*C* = Consumo promedio mensual ( $37.5 M^3$ )

$$TA = \frac{54 \text{ colones / mes}}{37.5 M^3} = \frac{648.00 / \text{año}}{450 M^3 / \text{año}} = 1.44 \text{ colones / } M^3 / \text{año (US\$0.16)}$$

**Relación Beneficio Costo**

$$B/C = \frac{\text{Beneficios}}{\text{Costos}} = \frac{\text{U\$ 66 487.68}}{\text{U\$ 95,763.00}} = \text{U\$ 0.694}$$

En el Cuadro 13 se detallan los costos de algunas plantas de tratamiento secundario de El Salvador y se hace una aproximación con base a estos para la situación proyectada del municipio de Guazapa incluyendo el total de viviendas con servicio de acueductos(4074) detallándose según los cálculos promedios realizados los costos de construcción, manejo y costo anual promedio por casa.

**Cuadro 13. Costo de Tecnología para Plantas de Tratamiento Secundario en El Salvador, 1999.**

URBANIZACIONES	COSTO TOTAL DE SU CONSTRUCCIÓN	COSTO DE CONSTRUCCIÓN POR CASA	COSTO MANEJO ANUAL POR CASA	M <sup>3</sup> TRATADO / AÑO	VIVIENDAS BENEFICIADAS	TIPO DE PLANTAS DE TRATAMIENTO
Nuevo Lourdes Colon La Libertad	6,000,000	1764.706	21.17	1036800.0	3,400	Reactor anaeróbico y filtro anaerobico.
Santísima Trinidad Ayutuxtepeque.	5,000,000	1666.667	16.0	972000.0	3000	Sedimentación y Filtro biológico
Brisas de Zaragoza, La Libertad.	2,500,000	1250.00	22.0	648000.0	2,000	Lodos Activados Mecanizada.
Municipio de Zaragoza La Libertad.	2,500,000	2083.33	15.0	388800.0	1,200	Lagunas de Oxidación.
* Proyectada para Municipio de Guazapa	7,670,000	1882.67	16	1242244.0	4074	Tanques de sedimentación con Filtros biológico.

Fuente: ANDA, 1999.

\* Elaboración del Autor.

#### 4.3.4 Tratamiento terciario

El tratamiento terciario es una innovación tecnológica que comprende dos procesos particulares: remoción de nutrientes y desinfección de la última salida de las aguas servidas. Para la remoción de nutrientes como: fósforo, y nitrógeno de amonio de las últimas aguas servidas se utiliza un proceso biológico para la remoción de los mismos. La desinfección final de la salida de aguas servidas se realiza haciendo uso de una luz de alta intensidad. Por medio de este proceso libre del uso de químicos se reafirma el estado natural del tratamiento.

➤ Proceso de remoción de nutrientes biológicos:

Este proceso de remoción de nutrientes se lleva a cabo especialmente en los tanques de aireación conocidos como bioreactores en donde los microorganismos desarrollan un papel similar al realizado en el proceso del tratamiento secundario. Los ácidos glutámicos volátiles de los lodos primarios fermentados son llevados a los bioreactores. El fósforo es removido por bio bacterias que son activadas en la zona aeróbica y anaeróbica, el nitrógeno en forma de gas, es removido a través de la nitrificación (oxidación amoniacal) y desnitrificación (reducción de nitrato) en la zona aeróbica y anaeróbica respectivamente. Cuando las aguas servidas completan la cuarta y última etapa pasan del bioreactor al purificador final tal como ocurre en el tanque estándar secundario de aireación.

➤ Desinfección ultravioleta

Las aguas servidas tratadas por los bioreactores o tanques secundarios de aireación son desinfectadas antes de ser descargadas al río, por consiguiente después de pasar por el purificador final las últimas aguas son tratadas dentro de las instalaciones con alta intensidad ultravioleta dichas instalaciones poseen cuatro canales y cada canal está equipado con dos bancos de lámparas ultravioletas. Dependiendo del nivel de flujo de las aguas servidas solamente dos canales permanecen en funcionamiento; el cuarto canal es usado como reserva para respaldo, en caso de que uno de los canales requiera reparaciones. Las lámparas ultravioleta desinfectan la bacteria a través de la descomposición de su estructura celular inhibiendo su reproducción. Desinfectando finalmente la salida final de las aguas con reducción de un 99.9% el nivel de coliformes. Los Coliformes son conocidos como indicadores de bacterias; ellos indican la presencia de patógenos o causantes de enfermedades bacterianas y virus. Virtualmente al ser eliminados los riesgos de salud para los usuarios de los ríos recreacionales o miembros de las comunidades no son muy significativos. Además la desinfección ultravioleta no permite la presencia de residuos químicos no deseables en las plantas de descarga (el agua que se descarga a los ríos).

Así también los beneficios de salud pública, cuerpos de aguas tratados pueden ser usados de una forma segura sin ningún riesgo como aguas de uso doméstico. En lugar de descargar todas estas aguas en el río, estas pueden ser usadas dentro de la misma

planta (Ejemplo. Para proceso de limpieza de los tanques, lubricación de los sellos de las bombas de agua o regando las zonas verdes) o fuera de la planta (Ejemplo. Para las áreas de juego de Golf, cuerpos de agua artificial o torres industriales de enfriamiento) (GOLDBAR1999) (Ver Anexo 4)

#### 4.4 Análisis estadístico y econométrico

##### 4.4.1 Análisis descriptivo de la encuesta

El número de encuestas realizadas en total fue de 250 encuestas incluyendo entre estas las 50 encuestas con la prueba de scope (Ver Cuadro 14). Estas fueron realizadas en los distintos barrios y colonias del municipio de Guazapa seleccionados aleatoriamente de los listados provistos por ANDA, y distribuidos proporcionalmente en la población a encuestar como se demuestra en el Cuadro 14.

**Cuadro 14. Numero de Encuestas por Localidad**

LOCALIDAD	ENCUESTAS FINALES	ENCUESTAS DE RANGO (SCOPE)	TOTAL
Colonia San Antonio	22	6	28
Barrio El Calvario	18	4	22
<b>SUB TOTAL</b>	<b>40</b>	<b>10</b>	<b>50</b>
Colonia El Milagro	22	6	28
Colonia las Brisas	18	4	22
<b>SUB TOTAL</b>	<b>40</b>	<b>10</b>	<b>50</b>
AV. 14 de Diciembre	22	6	28
AV. El Comercio	18	4	22
<b>SUB TOTAL</b>	<b>40</b>	<b>10</b>	<b>50</b>
AV. Central	22	6	28
Col. Jardines de Guazapa	18	4	22
<b>SUB TOTAL</b>	<b>40</b>	<b>10</b>	<b>50</b>
Colonia Bosques del Río	22	6	28
Colonia Jardines del Campo	18	4	22
<b>SUB TOTAL</b>	<b>40</b>	<b>10</b>	<b>50</b>
<b>TOTAL DE ENCUESTAS</b>	<b>200</b>	<b>50</b>	<b>250</b>

La variable respuesta (Sí/No) para ambos escenarios con planta de tratamiento secundario y con tratamiento terciario, describe si la persona está dispuesta a pagar una cantidad específica de dinero para el tratamiento de aguas servidas, es decir por la mejora hipotética de la calidad del agua en la cuenca del Río Acelhuate. Del total de variables utilizadas en la encuesta se eliminó la gran mayoría por estar correlacionadas y generar problemas de multicolinealidad, quedando finalmente con cuatro variables que detallan posteriormente.

### **Problemas ambientales más graves de la cuenca.**

Un 71.6% de las personas encuestadas manifestaron que el mayor problema ambiental (primer lugar) es la contaminación de aguas, un 56% la deforestación y en tercer lugar la escasez de agua (35.2%). Esto nos indica que la población entrevistada reconoce la problemática ambiental presente en el municipio y principalmente en la cuenca del Río Acelhuate.

### **Sectores que más contaminan los Ríos**

La encuesta también revela que la población tiene una idea muy clara de cuales sectores son los que más contaminan. El sector industrial fue identificado como el principal contaminador de la cuenca (66.40%) seguido por el sector doméstico con un 54.40% de las respuestas y luego al sector agrícola con un 24%, de las mismas respuestas es importante notar que los entrevistados reconocen que ellos son también contaminadores con los desagües domésticos.

### **Usos que desean darle a los Ríos**

Las personas entrevistadas a pesar de la escasez de programas de educación ambiental y de la poca conciencia ambiental en el ámbito nacional, manifestaron que dentro de las principales actividades para las cuales les gustaría usar los ríos estaría la recreación (26.89%), reserva de agua potable (26.72%) y lavar ropa (25.36%). La escasez de agua y



el tipo de personas entrevistadas, dentro de los servicios que brinda el río el lavado de ropa en períodos de extrema escasez de agua es importante para la familia. Sin embargo ellos reconocen que esta es una de las actividades con las que más contaminarían (Ver Cuadro15).

**Cuadro 15. Usos que Desean dar al Río**

<i>USOS</i>	<i>PORCENTAJE</i>
Recreación	26.89
Reserva de agua potable	26.72
Riego y abrevamiento	14.03
Lavar ropa	25.36
Pesca	7.00

### **Conservar y manejar los recursos naturales**

La población entrevistada considera que es en primer lugar (46.44%) el gobierno a los que le compete la responsabilidad y obligatoriedad de conservar y manejar los recursos naturales. La población ocupa un cercano segundo lugar con un 41.85% de las respuestas. Esto indica que la población pudiera ser capaz de cooperar en el proceso de conservar y manejar los recursos naturales sosteniblemente siempre y cuando la política y el accionar en el campo ambiental del gobierno satisficieran las demandas de la ciudadanía.

### **Usuarios Domiciliares con y sin servicio de medidor**

De las personas entrevistadas el 69.42% poseen servicio de acueducto y alcantarillado con medidor y un 30.58% poseen servicio sin medidor, es decir poseen cuota fija en su servicio (Ver Cuadro 16). Estos resultados variaron en una forma proporcional a los listados de ANDA, es decir que se encontraron usuarios que ya poseía medidor en su servicio y que no se encontraba actualizado en el listado proporcionado por ANDA.

Ambos grupos de usuarios presentaron características similares, lo que no los hace diferente entre grupos. Esto permitió el trabajar en el análisis de datos con una sola muestra y no con dos estratos como se realizó en la metodología al nivel de campo. Además la variable estrato no resultó ser una variable significativa en el modelo.

**Cuadro 16. Usuarios Domiciliares**

Usuarios Domiciliares	Porcentajes (%)
Cuota fija sin medidor	30.58
Cuota por consumo de M <sup>3</sup> con medidor	69.42
<b>TOTAL</b>	<b>100%</b>

### Nivel educativo

El Cuadro 17 muestra los niveles educativos de la población entrevistada. Es cierto que la misma posee un nivel educativo muy bajo ya que aproximadamente un 73% solamente tienen un nivel de primaria y secundaria. Asimismo el 75 por ciento de esta son jefes de hogar, con una edad promedio de 44 años, por lo que es difícil que existan posibilidades de continuar superando su nivel educativo.

**Cuadro 17. Descripción del Nivel Educativo, Edad Promedio y Estatus Familiar de los entrevistados.**

Nivel educativo	Porcentajes (%)	Promedio en años	Porcentaje (%)
Primaria	51.55		
Secundaria	21.65		
Bachillerato	12.70		
Técnico	3.85		
Universitario	4.13		
Posgrado	6.15		
Otros	0.0		
Edad		44	
Es jefe de hogar			75.75
No-jefe de hogar			24.25
<b>TOTAL</b>	<b>100%</b>		<b>100%</b>

### Ingresos familiar promedio mensual

La Figura 7 presenta los ingresos familiar promedio mensual y en la misma se observa que más del 65% de los entrevistados tienen ingresos mensuales menores a los mil colones salvadoreños. Esto muestra que la población del municipio de Guazapa tiene un ingreso económico muy limitado y de hecho una economía muy restringida. La mayor parte de la población entrevistada son pequeños productores basados en temporadas de granos básicos, caña de azúcar, pequeños comerciantes, oficios domésticos y otros con estudios profesionales académicos.

A pesar que esta condición económica prevalece en la población, el 79.2% de los entrevistados dijo "Sí" a la pregunta de pago adicional para el tratamiento de aguas servidas en su recibo de consumo de agua del ANDA. Esto muestra que a pesar de su limitado nivel económico ellos manifiestan una VDP positiva y un nivel de conciencia ambiental aceptable.

Esto puede tener una relación estrecha con el hecho de que las clases sociales más pobres son los más afectados directamente por los impactos negativos en el ambiente, como por ejemplo en los períodos de canículas, e inundaciones, entre otras.

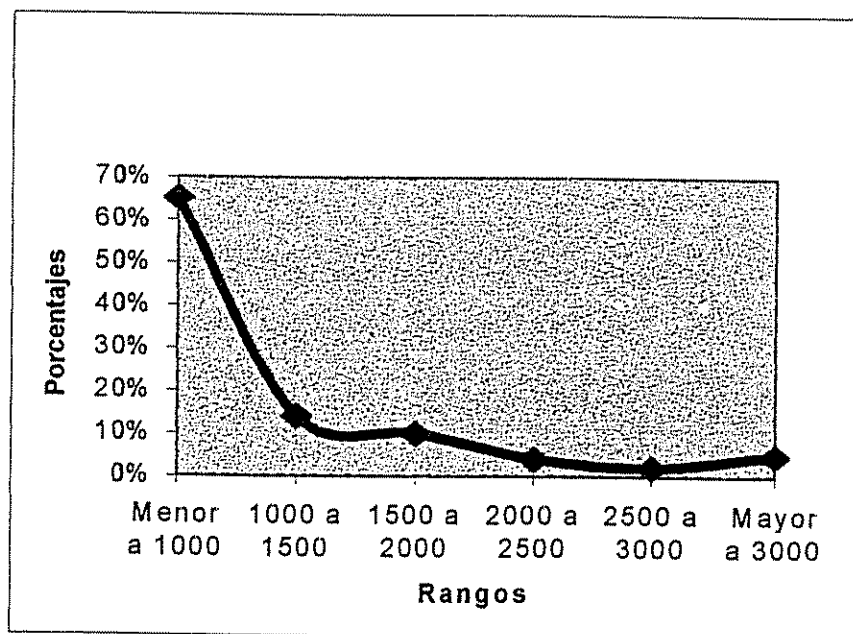


Figura 7. Ingresos Promedio Mensuales por Familia (Colones Salvadoreños).

## 4.4.2 Análisis Econométrico

### 4.4.2.1 Pruebas Previas de Análisis

Previo a la definición del modelo se realizó un análisis de estadística descriptiva, pruebas de correlación, covarianza y colinealidad. Es importante observar el grado de correlación entre las variables dependientes e independientes para tratar de detectar la posible presencia de multicolinealidad entre ellas. En general se encontró que los coeficientes de correlación son bajos a excepción de la variable pagomes que presenta un grado de correlación del 0.64793 con la variable Jefe de hogar (Ver Anexo 10A). Este resultado resulta obvio ya que la responsabilidad de pago en el hogar es del jefe de hogar.

Así mismo se realizó la prueba de colinealidad entre las variables. Se utilizó como estadístico el índice de condición. El índice de condición según Belsley et al. (1980) es una alternativa para medir multicolinealidad. El índice de condición de una matriz es la raíz cuadrada del cociente del valor mayor y menor de la raíz característica de la matriz (Green, 1993).

$$\gamma = (\lambda_{max} / \lambda_{min})^{1/2}$$

La mayor colinealidad está dada por el valor más alto en el índice de condición o número de condición. Belsley et al sugiere que los valores mayores a 20 producen problemas potenciales de colinealidad. Las variables que presentaron un menor grado de correlación entre ellas, fueron seleccionadas como las variables a usar para el modelo. Las variables seleccionadas son bid, jefe de hogar e ingreso, las cuales presentaron valores en su índice de condición en un rango entre 1.0 a 7.32 (Anexo 10A)

Esto nos indica la no presencia de colinealidad en las variables a usar para el modelo dicotómico (Green, 1993)

#### 4.4.2.2 Modelo Dicotómico simple (Single Bounded).

En el modelo dicotómico simple se evalúa la probabilidad de respuesta a la voluntad de pago del entrevistado en la primera ronda de respuestas (Si/No) a través de la siguiente ecuación:

$$Z = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2 + b_3 x_3 + u_i$$

En donde:

$Y$  = es la variable dependiente dada por  $Z$

$b_0, \dots, b_4$  son los coeficientes estimados de los parámetros.

$x_1$  = la disponibilidad de pago expresada en cantidad de dinero.

$x_2$  = variable independiente jefe de hogar.

$x_3$  = variable independiente ingreso.

$u_i$  = es el término del error.

La prueba de significancia general del modelo a través de Chi-cuadrado indica que la hipótesis nula se rechaza y la hipótesis alternativa se acepta, pues la hipótesis alternativa presentó más de un parámetro beta diferente a cero, es decir incluye tres variables para explicar el modelo por lo que la hipótesis alternativa en donde al menos un beta no es igual a cero se cumple.

Así mismo se observa la matriz de varianza y covarianza de los parámetros del modelo simple (Ver Anexo 11A) encontramos que la varianza del bid es mucho más reducida comparada con la de las otras variables del mismo modelo, entre menor varianza presenta el bid más preciso es su coeficiente.

En el Cuadros 18 se observan los resultados del modelo dicotómico simple. La variable bid presenta signo negativo (-0.1756) y es significativa. Esto indica que la voluntad de pago para mejorar la calidad de agua del Río Acelhuate está inversamente relacionada con el bid inicial ofrecido, en donde la probabilidad de responder "Sí" es menor con un mayor bid caso contrario con un bid menor pues la probabilidad de responder "Sí" es

mayor. El ingreso promedio de las familias teóricamente afecta positivamente la VDP. En casi todos los estudios de VDP se ha identificado que esta variable influye de forma positiva (Bermúdez 1997). Sin embargo en este estudio el ingreso presentó un coeficiente negativo (-0.1396) pero no significativo. Esto indica que la probabilidad de que el entrevistado responda "Sí" está inversamente relacionada con el ingreso familiar. Esto implica una VDP no suficiente para cubrir los costos de la tecnología, ya que por el bajo ingreso económico que presenta la población entrevistada su voluntad de pago se ve reducida. Contrastando con la hipótesis alterna planteada en el estudio ya que el ingreso no influye en forma positiva en la voluntad de pago si no en una forma negativa como se ha observado, por lo tanto la hipótesis alterna se rechaza y se acepta la hipótesis nula. Es difícil esperar signo positivo en el ingreso cuando más del 75% de la población encuestada son realmente pobres, lo que se relaciona directamente con el bajo ingreso mensual promedio de la población encuestada por lo que debido a sus bajos ingresos y dificultad económica su disponibilidad de pago se ve limitada, de igual forma esto se hace verídico con el bajo nivel educativo de la población y el que primero esta la satisfacción de sus necesidades básicas para la subsistencia y después el entorno. La variable jefe de hogar no resultó significativa pero su coeficiente del parámetro estimado es positivo (0.1686) esto indica la probabilidad de responder "Sí" está positivamente relacionada con el ser jefe de hogar. Como se mencionó antes la responsabilidad en el pago de un servicio en la familia está dada por el jefe de hogar.

**Cuadro 18. Resultados del modelo dicotómico simple**

VARIABLE	COEFICIENTE	ERROR ESTANDAR	P[ Z >z
Constante	2.295812205	.74234413	.0020
Bid	-.1756332130	.31103334E-0	.0000
Jefe de Hogar	.1686060349	49732716	7346
Ingreso	-.1396182231	.15247231	.3598

Las variables independientes que han demostrado tener mayor relevancia en determinación de la VDP, según estudios realizados son:

Edad (Edad): Al igual que la variable anterior, en estudios previos de VDP (Azqueta, 1994) se ha obtenido que la edad influye negativamente sobre la VDP. En términos generales, las personas mayores son más reacias a participar en programas de protección y conservación del medio Ambiente que las personas jóvenes. En este estudio más del 75% de la población entrevistada tiene una edad promedio de 44 años quienes a pesar de eso mostraron una aptitud positiva a participar en estudios de este tipo.

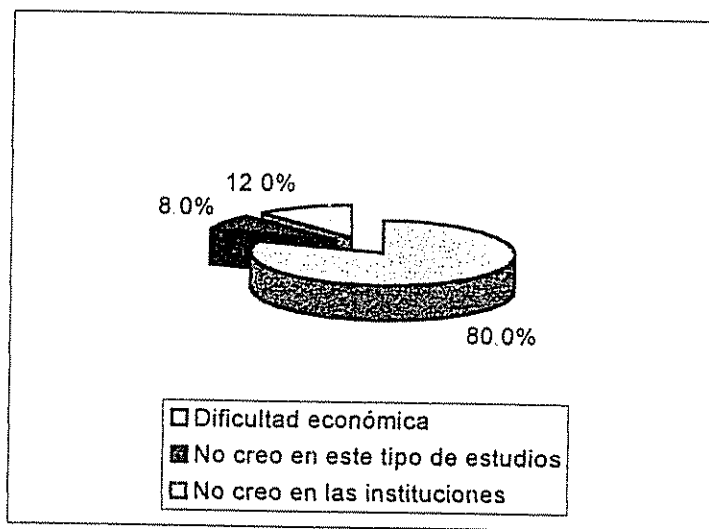
Nivel educativo (Niveledu): Esta variable también ha demostrado en estudios realizados por Valera (1998), tener influencia sobre la VDP en el sentido que a medida que la persona tiene mayor nivel educativo, mayor es su VDP, pues entiende y aprecia mejor la importancia de la conservación y protección del medio ambiente y los recursos naturales. En este estudio nivel educativo es una variable que no resultó significativa, pero si influye en la VDP ya que más del 70 % de la población encuestada posee niveles educativos de primaria y secundaria solamente.

### **Razones del por qué no quieren pagar los usuarios**

Esperando conocer en una forma más precisa la respuesta del entrevistado con relación a su disponibilidad de no pago (DANP) se hicieron preguntas adicionales a los entrevistados que respondieron no al valor del bid inicial a pagar. Esto permitió conocer más detalladamente las causas del no pago. Resultados en la Figura 8 muestran que el mayor porcentaje de las personas que dijeron "No" al bid propuesto es debido a su incapacidad económica para un pago extra en su recibo de agua. Esto se considera una razón válida de que la verdadera voluntad de pago sea igual cero ( $VDP=0$ ).

Las otras razones por las que no quieren pagar los usuarios se consideraron como respuestas de protesta y dentro de ellas esta el que no creen en las instituciones que implementas estos proyectos (12%) además que no creen en este tipo de estudios (8%). Estos resultados hacen evidente el grado de desconfianza y poca credibilidad en la administración de fondos por el sector público. En la creación de mercados hipotéticos cuando se valoran bienes y servicios ambientales de libre acceso como lo es el agua el quien y como se manejan los fondos económicos resulta ser uno de los aspectos más débiles de la metodología.

Según Piper y Martin (1997) citado por (Valera. V. 1998) las respuestas protesta deben eliminarse de la muestra para no producir estimaciones sesgadas en el modelo econométrico; Por lo tanto se excluyeron el 20.8% de las encuestas lo que equivale a cincuenta y dos encuestas.



**Figura 8. Distribución porcentual de las principales razones de no pago**

#### 4.4.2.3 Modelo logístico con la prueba de rango (scope)

La prueba de rango (scope) se realizó planteando a los entrevistados el escenario hipotético con una mejor alternativa tecnológica, como lo es el uso de plantas de tratamiento terciario, haciendo uso de lamparas de rayos ultravioleta (Ver Anexo 4A), lo que permitiría llevar la pureza del agua hasta un 99.9 % (GBWWPT, 1999).

El modelo utilizado fue el mismo de antes, pero aquí se incluye una variable dummy para capturar el efecto de scope. Para medir la sensibilidad de "scope" en este escenario las personas fueron divididas en dos grupos. El grupo de las personas a quienes solo se les planteó el escenario uno con plantas de tratamiento secundario para tratar las aguas servidas vertidas a la cuenca del Acelhuate. Ellos fueron informados verbalmente de la problemática y de cuales servicios ambientales serían brindados, mientras que el grupo de "scope" se le planteó el segundo escenario con plantas de tratamiento terciario



informándole de la problemática, de los posibles servicios ambientales verbalmente y haciendo uso de fotografías. Al introducir la variable scope en el cuestionario, se quiere capturar el valor que las personas otorgan al cambio en su bienestar que les produciría una mejora en la calidad del agua en la cuenca del Acelhuate a través de la implementación de plantas de tratamiento terciario.

En el Cuadro 19 se observa que el bid continua siendo negativo y significativo, lo que indica que entre más alto sea el bid planteado menor será la probabilidad que diga "Sí". La variable jefe de hogar se mantiene positiva y significativa es decir que se puede interpretar de tal forma que si es jefe de hogar la persona encuestada mayor es su disponibilidad de pago y la probabilidad de que diga "Sí" al bid presentado. La variable ingreso continua siendo negativa e igualmente no significativa.

La variable scope resultó altamente significativa y positiva. Esto indica que la prueba de scope es funcional para capturar la compra por la mejora ambiental, en los recursos que brindan servicios ambientales a la población y que está dispuesta a aumentar su probabilidad de decir "Sí" al bid propuesto y hasta sacrificar ciertos recursos económicos por un bien común, aunque es notable que la media de la voluntad de pago es muy cercana a la obtenida en el dicotómico doble, esto hace ver que captura valores similares al dicotómico doble Y que su eficiencia se mejoraría si el número de encuestas para la prueba de scope aumentara, ya que en este estudio fueron cincuenta encuestas de las cuales solo cuarenta presentaron disponibilidad de pago y se incorporaron a las (158) encuestas originales lo que hicieron un total de (198) encuestas utilizadas en este modelo. En el Anexo 12A la varianza del coeficiente del bid se ve reducida comparándola con la varianza en el dicotómico simple. Siendo más eficiente el coeficiente del bid estimado en la prueba de scope, al ganar eficiencia con su varianza reducida. La prueba de significancia para este modelo está dada a un nivel del 99% con un valor de chi cuadrado de 77.46. En tal sentido se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alterna en donde la prueba de scope captura la compra de la calidad ambiental a través de la disponibilidad de pago. Además se encontró que si existe diferencia alguna en la media de voluntad de pago obtenida en este modelo comparada con la del dicotómico simple, capturando una voluntad de pago menor se comprueba con este resultado lo planteado en uno de los objetivos específicos en donde los resultados de VC cambian en función de las mejoras en los beneficios y que si existe diferencias en la voluntad de pago por la mejora en la calidad ambiental, aunque en este modelo el pagar más por una mejora ambiental se ve

restringido por su limitada situación económica como se mencionó anteriormente lo que hace no presentar una mayor VDP por las mejoras en los beneficios ambientales. En tal sentido la relación es inversa ya que si existe una compra por la calidad ambiental pero limitada por una situación económica. Por lo tanto aunque se mejoren los beneficios ambientales su voluntad de pago no aumentara será menor al costo de los beneficios.

**Cuadro 19. Resultados del Modelo Logístico con la Prueba de Rango (scope).**

VARIABLE	COEFICIENTE	ERROR ESTANDAR	P( Z >z)
Constante	1.615050451	.66571601	.0153
BID	-.1583149485	.29224989	.0000
Jefe de Hogar	.8252893878	.40628288	.0422
Ingreso	-.1279060852	.15270178	.4022
Scope	3.551966632	.87585431	.0001

#### 4.4.2.4 Modelo logístico con variables binarias (Dummy)

En este modelo se introducen dos variables dummy para poder ver el efecto de respuesta en la segunda ronda de preguntas después de un "Sí" seguido por un "No" o un "No" seguido por un "Sí".

En el Cuadro 20 se observa que el efecto de las variables dummy es altamente significativo. Los signos de sus coeficientes son negativos por lo que podemos decir que en la segunda ronda de pregunta la disponibilidad de pago, es menor la probabilidad de decir "Sí" y más fuerte el efecto después de un "Sí" que de un "No". La variable scope, ya no resulta significativa, lo que se debe a que el efecto hoy es capturado por las variables dummy, formando parte de las variables explicativas del modelo (Ver Anexo 13A).

**Cuadro 20. Resultados del Modelo Logístico con las Variables Binarias (Dummy)**

VARIABLE	COEFICIENTE	ERROR ESTANDAR	VARIANZA	P[ Z >z
Constante	1.512095162	66139049	0.437437	.0222
BID <sub>1</sub>	-.1221802944	.16245190	0.00026391	<b>.0000</b>
Dummy (D <sub>1</sub> )	-1.652553753	.34815694	0.121213	.0000
Dummy (D <sub>2</sub> )	-.8024774000	.27235818	0.074179	<b>.0032</b>
Jefe de Hogar	-.7442616406	.28770559	0.0827745	<b>.0097</b>
Ingreso	-.2827439197	.68081894	0.00000046	<b>-.415</b>
Scope	.6934706488	.49627489	0.246289	<b>.1623</b>

#### 4.4.2.5 Modelo logístico dicotómico doble (Double Bounded)

El análisis del modelo logístico dicotómico doble, se realizó con base al modelo dicotómico simple utilizando para ello las dos rondas de preguntas de VDP de la encuesta. Hay que recordar que en el modelo "Doble Bounded", existen cuatro posibles categorías de respuestas a las dos rondas de preguntas de VDP: (a) ambas respuestas son "Sí"; (b) un "Sí" seguido de un "No"; (c) un "No" seguido de un "Sí" y (d) ambas respuestas es "No".

En este modelo (Cuadro 21) el bid mantiene su significancia pero su coeficiente cambia de signo negativo en el dicotómico simple a signo positivo en el dicotómico doble. Esto se asocia a que la probabilidad de respuesta positiva en la segunda ronda de pregunta es consecuente de la respuesta dada en el primer bid, por lo que la probabilidad de responder sí en el segundo bid es mayor dada una respuesta negativa en la primera ronda, caso contrario con una respuesta positiva en la primera ronda, capturando así un valor más real a la verdadera voluntad de pago. Esto se observa en la constante la cual cambia de signo en el dicotómico doble, capturando así el signo negativo del bid

presentado en el dicotómico simple, dado que existe una segunda ronda de pregunta en el modelo dicotómico doble (Ver Anexos 14 A ). A diferencia del modelo simple en este modelo las variables socioeconómicas jefe de hogar e ingreso son significativas. La variable ingreso mantiene el signo negativo de su coeficiente en ambos modelos. Esto se puede explicar directamente con el nivel de ingreso promedio de la población entrevistada en donde más del 65 % de la población tiene ingresos menores a los mil colones salvadoreños mensuales (Ver Figura 8) es decir menos de los U\$125 mensualmente. En el Cuadro 22 se observa la varianza de los estimados para cada uno de los beta de las variables en donde la varianza de la variable bid es de 0.0202086 la cual no incrementa mayormente comparada con la obtenida en el modelo dicotómico simple (0.0010) manteniendo la eficiencia de su coeficiente estimado, no así la varianza de los beta estimados para cada una de las variables socioeconómicas las cuales se reducen comparadas con el dicotómico simple mejorando así la eficiencia estadística del modelo. La variable ingreso es negativa y significativa por lo que el efecto negativo de contestar "Sí" a un bid más alto en la segunda ronda es aún mayor en el modelo doble. No así para la variable jefe de hogar esta resulta con un coeficiente positivo y significativa en donde el efecto positivo de responder "Sí" en la segunda ronda es mayor, dado que el 75.75% de los entrevistados son jefe de hogar. En tal sentido el valor de la voluntad media de pago que captura es más confiable ya que incorpora las variables socioeconómicas jefe de hogar e ingreso como variables explicativas y significativas del modelo, reduciendo la varianza de sus parámetros comparada con las obtenidas en el dicotómico simple, comprobando lo dicho por Haneman et al. (1991), en donde la eficiencia estadística de este método se mejora apreciablemente con la segunda pregunta dicotómica ya que no requiere muestras grandes para capturar un valor en la VDP más cercano a la realidad, no así para el modelo dicotómico simple el cual requiere de tamaños de muestra mayores para poder capturar una VDP más confiable.

**Cuadro 21. Resultados del Modelo Logístico Dicotómico Doble**

VARIABLE	COEFICIENTE	ERROR ESTANDAR	P[ Z >z
Constante	-1.995690026	.47682317	.0000
BID	1.697981566	14.215688	.0000
Jefe de Hogar	1.005050718	40377285	.0128
Ingreso	-.3159580609	.12120814	.0091

**Cuadro 22. Resultados de Varianza de los Parámetros en Ambos Modelos**

BETAS	VARIANZA ( $\delta^2$ ) DICOTÓMICO SIMPLE	VARIANZA ( $\delta^2$ ) DICOTÓMICO DOBLE
$\beta_0$	0.5511	0.22736
$\beta_1$	0.0010	0.0202086
$\beta_2$	0.2473	0.163033
$\beta_3$	0.0232	0.0146914

#### 4.4.2.6 Estimación de la media de voluntad de pago en ambos modelos (MVDP)

Los resultados de media de voluntad de pago (MVDP), es uno de los de mayor interés para en esta investigación, los cuales se calcularon como se explicó en la metodología haciendo uso de la fórmula descrita en ecuación 9.

Se utilizaron los coeficientes obtenidos de cada uno de los modelos (Simple y Doble) para obtener ( $\alpha$ ), la cual es una constante que se obtiene multiplicando cada uno de los coeficientes por su media con la excepción de la variable BID (Ver Ecuación 10).

Estos productos se suman y se agregan al valor del intercepto ( $\beta_0$ ) y se dividen entre ( $\beta_1$ ) que es el valor del coeficiente de la variable BID. Obtenidos con el programa (LIMDEP), para cada uno de los modelos como se observa en los anexos respectivos de cada modelo.

La voluntad de pago media, fue de 13.07 colones/mes en el modelo dicotómico simple lo que equivale a U\$1.50 / mes o U\$18 / año. De igual forma se determinó la media de voluntad de pago con las mismas variables para el modelo dicotómico doble, obteniendo un valor de 11.75 colones / mes lo que equivale a \$1.35/mes o \$16.22 / año (Figura 9). Los valores obtenidos en las medias de voluntad de pago no son lo suficiente para poder cubrir los costos de los beneficios ambientales a través de plantas de tratamiento secundario, pero son aceptables ya que estas medidas de valor económico expresadas en unidades monetarias, representan la máxima cantidad que las personas están dispuestas a pagar por el tratamiento a dar a las aguas servidas previo a ser vertidas en la cuenca. Lo que pone de manifiesto el valor que dan al recurso los ciudadanos del municipio de Guazapa.

Comparando con otros estudios de valoración contingente encontramos valores promedios de VDP adicionales reportados por Valera V. (1998) de US \$ 6.6 por mes, para el saneamiento y protección de los recursos hídricos en la cuenca del Río Grande de Tárcoles (Costa Rica).

También estudios realizados por Castro y Barrantes, 1998. De disponibilidad a pagar para la sostenibilidad del servicio hídrico en el sector doméstico Costarricense reportan valores promedios en el ámbito nacional de US\$ 1.18 y US\$ 1.44 mensualmente adicionales a lo que paga actualmente, valores muy cercanos a los obtenidos en nuestra investigación.

Estudios internacionales realizados por Wittinton y Lauria (1995) en las Filipinas sobre la VDP para el saneamiento de Ríos y Playas cercanas a la ciudad de Davao, obtuvieron valor promedio de US\$ 12 por mes.

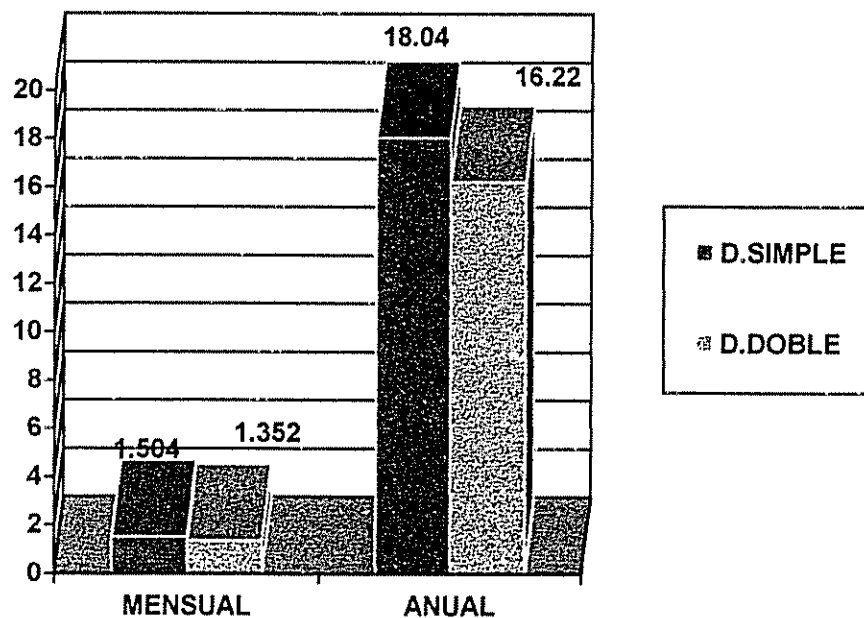


Figura 9. Media de Voluntad de Pago en US\$

#### 4.4.2.7 Voluntad de pago total y costo de tratar el agua

El costo que tiene por metro cúbico tratado o de limpieza al año las aguas negras es de (U\$ 0.71 / M3 / año), Este costo es mayor que la media de voluntad de pago encontrada en el estudio, (U\$ 0.51 M3 / año).

El Gobierno de El Salvador actualmente subsidia el 20 por ciento del total a pagar en el recibo mensual de los usuarios por el servicio de agua potable y alcantarillado lo que equivale a (U\$ 0.032 / M3 / año). Al incrementarse los costos con una nueva tecnología el subsidio para el servicio de agua potable y alcantarillado debe de igual forma incrementarse, por lo que para la zona de estudio y si se desean cubrir los costos del proyecto planteado el subsidio debe ser de (U\$ 0.32 / M3 / año) adicionales al subsidio actual. Lo cual se comprueba también con el análisis de la relación beneficio costo (B/C) dando como resultado 0.694 lo que implica una relación de  $B/C < 1$ .

Esto significa que los ingresos a obtener en la voluntad de pago por el servicio de tratamiento de aguas servidas (derivados del modelo econométrico) no son suficientes para cubrir los costos de inversión y operación de la planta de tratamiento por lo que el subsidio antes mencionado se hace necesario para poder desarrollar el proyecto. En proyectos como este se debe buscar una alternativa de financiamiento para dicha planta. Además en algunos países de Centroamérica, las agencias de desarrollo internacional como JICA (Japan International Cooperation Agency) y otras, han donado las plantas de tratamiento; en otros casos, el gobierno central financia dichas plantas, con lo que las comunidades beneficiarias (gobiernos locales) no incurrir en costos de inversión y tienen solamente costos recurrentes anuales por operación y mantenimiento. En alguno de esos casos, al tener un costo de inversión menor debido a una donación por ejemplo, la relación B/C tendría a subir hasta alcanzar un valor  $>1$  con lo cual se justifica la inversión en términos económicos. Otra alternativa viable son las actuales políticas de descentralización para el servicio de agua potable impulsadas por ANDA. El tratamiento de aguas servidas presenta más características de bien público que el servicio de agua potable, el cual puede ser dado por una entidad privada o de tipo mixto (World Bank, 1993); para que así el gobierno central subsidie solamente el tratamiento de aguas servidas el cual se hace evidente y necesario continúe haciéndolo si no existe otra alternativa viable como alguna de las expresadas anteriormente.

## **4.5 Diagnostico Institucional**

### **4.5.1 Diagnostico de Políticas, Aspectos legales e institucionales del sector agua potable y saneamiento en El Salvador**

La metodología utilizada para realizar este diagnostico institucional fue descrita anteriormente en el proceso metodológico, el cual fue posible a través de un diagnostico en la zona de estudio, entrevistas personales con informantes clave, grupos focales, información secundaria y las mismas encuestas.

El Salvador hasta la fecha no cuenta con una política sobre la conservación y el manejo del recurso hídrico, ni con una entidad responsable de esta función.

En un pasado no han existido planes integrales de manejo de cuencas, ni autoridades de cuenca en El Salvador. Hoy en día se está trabajando en lo que son planes de manejo de cuencas en el ámbito de instituciones gubernamentales (MAG, CENTA, MARN) e instituciones no gubernamentales (ONG's) por lo que se espera con esto de alguna manera iniciar lo que es manejo, protección y conservación de las cuencas existentes en el país.

También se carece hasta la fecha de un ente rector del recurso hídrico, y de un regulador del abastecimiento de agua potable y alcantarillado. Por lo que ANDA ha asumido esta responsabilidad de facto, con consecuencias negativas para la población, especialmente en el interior del país. Según ANDA existen un promedio de 19 decretos diferentes y contradictorios y más de 20 instituciones diferentes con mandatos que se traslapan que son usuarios del recurso hídrico. No existen lineamientos claros y consistentes para organizar, dirigir o regular el sector.

Entre las instituciones involucradas están: La Dirección General de Recursos Naturales (DGRNR), quien administra el uso de agua con propósitos de riego; La Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (ANDA), quien proporciona agua potable al pueblo salvadoreño y maneja las descargas de aguas negras de áreas urbanas; Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (MSPAS), que supervisa la calidad del agua y los problemas de contaminación; Comisión Ejecutiva Hidroeléctrica del Río Lempa (CEL), que utiliza el agua para generar energía eléctrica (Ejemplo. La presa del cerrón grande en el río Lempa); Instituto Salvadoreño de Turismo (ISTU), que utiliza el agua para el desarrollo de turicentros (Ejemplo. El lago Suchitlán, y Coatepeque); Y las 262 municipalidades en El



Salvador, que, ahora de acuerdo al código municipal tiene la potestad del manejo del recurso dentro de su jurisdicción. Por lo que se hace evidente que hasta la fecha entre la gran multitud de actores participantes, ninguno está directa y eficazmente involucrado en su conservación y protección. Los problemas de escasez y contaminación del agua se manifiestan por los vacíos y contradicciones institucionales. El conjunto de leyes y reglamentos relativos a la gestión de los recursos hídricos es disperso, con serios traslapes de jurisdicción y responsabilidades de aplicaciones de las instituciones públicas como ANDA (Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados), MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería), CEL (Comisión Ejecutiva Hidroeléctrica del Río Lempa) Y MOP (Ministerio de Obras Públicas), entre otros. La mayoría de las instituciones desarrollan actividades encaminadas a satisfacer usos que se contraponen y generan competencia por otros usos específicos del recurso.

Se considera que los problemas en el abastecimiento de agua y los servicios de saneamiento tienen relación con el modelo centralizado de gestión prevaleciente en ANDA, que fue concebido hace 31 años. ANDA es una agencia autónoma altamente centralizada, responsable de suministrar los servicios de agua y saneamiento en todo el país y la única institución con autoridad para regular, estandarizar, planificar, establecer tarifas y operar sistemas de agua y saneamiento.

En tal sentido actualmente ANDA, está trabajando dentro de sus políticas la descentralización de los servicios en donde dichos servicios puedan ser prestados y administrados por instituciones privadas, de tipo mixto o por la misma municipalidad. Para mejorar así la eficiencia y calidad del servicio de acueductos y alcantarillados principalmente en el área rural que es donde es menos eficiente dicho servicio.

En apoyo a los esfuerzos de modernización del Gobierno de El Salvador, el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) en el año recién pasado aprobó un préstamo de 43.7 millones de dólares para un programa de reforma del sector agua y los sub sectores de agua potable y saneamiento. El programa de reforma contenido en el préstamo del BID se basa en tres pilares:

- La creación de un ente rector o autoridad hídrica que definiría las políticas globales del sector y que asignaría los derechos de uso del agua.
- La creación de un marco regulatorio del subsector de agua y saneamiento, que incluiría el establecimiento de un ente regulador independiente; y

- Un proceso de reforma empresarial para establecer operadores públicos, privados y mixtos de servicios de agua potable y alcantarillado.

Según El Banco Interamericano de Desarrollo (BID), la creación de la autoridad hídrica como punto de partida buscaría crear condiciones propicias para la mayor participación de los inversionistas privados en el desarrollo de los recursos hídricos y de los servicios públicos asociados como lo son el agua potable, riego y energía hidroeléctrica (Aguilar, 1999). El desembolso de los fondos está condicionado entre otras cosas, con la presentación de dos piezas claves de legislación a la Asamblea Legislativa, la primera, para la creación del ente rector del recurso hídrico, o sea el consejo Nacional del Recurso Agua (CONRA), y la segunda, para la creación del ente regulador de los servicios de agua y alcantarillado, o sea, la Agencia de Regulación de Agua y Alcantarillado (ARESA).

Estos anteproyectos de ley están en proceso de ser presentados al Ejecutivo y a la Asamblea Legislativa. Aunque en muchos aspectos, el programa del BID y los contenidos de los Anteproyectos de ley del CONRA y de ARESA son objeto de optimismo, por el apoyo que otorgan a la descentralización y al manejo confeccionado de estos servicios, existen enunciados y condiciones desventajosas para las municipalidades, por ejemplo, el programa del BID establece que los recursos del préstamo serán utilizados únicamente para financiar actividades en las cuales los servicios serán prestados por una compañía de agua y saneamiento sea esta municipal, privada o semi privada, pero no bajo la gestión directa de una municipalidad. Esto claramente debilita las posibilidades de prestación de servicios y manejo de recursos que otorga el Código Municipal a los Gobiernos Locales.

La ley del Medio Ambiente indica que el ministerio proveerá el manejo integrado de cuencas hidrográficas, por lo que se creará un comité interinstitucional nacional de planificación, gestión y uso sostenible de las cuencas. Actualmente el Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales, ha publicado un nuevo reglamento especial que contiene las normas técnicas que le atribuyen al Ministerio la responsabilidad de supervisar la disponibilidad y calidad del agua. Finalmente en el artículo 6 de la ley de Creación de la Administración nacional de Aguas otorga al CONRA, la función de proponer y ejecutar, en coordinación con el MARN, las políticas hídricas que regirán el país, por lo que actualmente el Gobierno de El Salvador prepara la Ley General de Aguas.

Con relación a la norma salvadoreña de aguas residuales, esta establece las características y valores físico químicos, microbiológicos y radioactivos permisibles que debe presentar el agua residual para proteger y rescatar los cuerpos receptores.

Esta norma se aplica en todo el país para la descarga de aguas residuales vertidas a un cuerpo receptor. En el caso que se identifiquen descargas que a pesar del cumplimiento de los valores permisibles establecidos en esta norma causen efectos negativos en el cuerpo receptor, tales como: color, olor, turbiedad, radiactividad y otros. La autoridad competente fijará condiciones particulares de descarga, para señalar valores máximos permisibles más estrictos de los parámetros señalados en esta norma elaborada por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT 1998).

#### **4.5.2 Análisis de barreras políticas e institucionales**

Este análisis permite conocer a través de lo expresado por los participantes en los grupos focales la actual situación presente en el ámbito político e institucional, además de lo observado en el diagnóstico de estudio en la zona de investigación.

##### **En el ámbito de las políticas se destacaron las siguientes barreras principales:**

Desconocimiento y poco entendimiento con relación al concepto del Medio Ambiente en los distintos sectores salvadoreños.

Se carece de compromisos precisos y claros para hacer verdad el principio de responsabilidad compartida.

Presencia en la población de una cultura que desconoce e ignora la limitante creciente del Ambiente y los recursos naturales, de igual forma la valoración económica de los mismos.

Existe un marcado nivel burocrático y distante entre los niveles políticos y técnicos para la toma de decisiones que afectan al medio ambiente.

Se carece de una dotación óptima de recursos técnicos y financieros para las entidades encargadas de la gestión ambiental.

**En el ámbito de acciones concretas se detectaron las siguientes barreras:**

Acciones e intervenciones en cierta medida con duplicidad de esfuerzos y funciones entre distintas entidades del sector público.

Limitación marcada entre los canales de comunicación que promueven la participación de municipios, comunidades locales y la ciudadanía salvadoreña en general

Escasez de iniciativas de capacitación y reforzamiento de las acciones descentralizadas.

Ausencia de material, equipo técnico, y personal idóneo capacitado para la aplicación de la gestión ambiental nacional

Se carece de una estrategia de comunicación participativa que le permita a la población y a los medios de comunicación masiva para que estos se involucren en la temática ambiental.

#### **4.5.3 La estrategia nacional del medio ambiente**

Pese a que es un mandato específico de la ley del Medio Ambiente, no existe hasta la fecha una estrategia nacional del Medio Ambiente. Se elaboró la estrategia nacional del Medio Ambiente y plan de acción, en el año de 1999, pero esta no ha sido formalizada, no adoptada, a nivel del poder Ejecutivo como documento oficial del Gobierno. El documento realiza un importante esfuerzo por definir los temas esenciales de enfoque para la gestión ambiental del ministerio y de acción en el tiempo (cinco años). La estrategia recomienda un enfoque prioritario en la conservación de los recursos hídricos.

Por otro lado, se han elaborado varios documentos de política, el último de ellos denominado propuesta de política nacional del Medio Ambiente, preparado por el MARN, el cual contiene tres áreas fundamentales como son los Macropincipios y principios de la política ambiental, los objetivos generales y específicos de la política nacional del Medio Ambiente y las direcciones de la Política Ambiental.

Por lo que el aspecto institucional más relevante para el futuro de la gestión ambiental en el ámbito nacional, es sin lugar a dudas la creación y funcionamiento del Sistema

Nacional de Gestión del Medio Ambiente (SINAMA) el cual tiene su base legal en el artículo 6 de la ley de Medio Ambiente al que le corresponden las funciones de:

- Coordinar las actividades sectoriales e intersectoriales para lograr los objetivos de la gestión Ambiental Nacional.
- Proporcionar detalles para la elaboración del informe nacional del estado del medio Ambiente del País.

Correspondiéndole al Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales, (MARN):

- Dictar las políticas que servirán de guía para el diseño, la organización, y el funcionamiento del SINAMA.
- Emitir las directrices que orienten la gestión ambiental.
- Elaborar reglamento interno del SINAMA.
- Coordinar las acciones de las nuevas unidades ambientales en la Gestión Ambiental.
- Promover el establecimiento de los mecanismos que proporcionen la participación comunitaria en la gestión ambiental
- Promover la participación de las unidades ambientales en la supervisión, coordinación, y seguimiento de las políticas, planes y programas de su institución.
- Establecer los procedimientos para el manejo de la información sobre la gestión ambiental y el estado del medio ambiente.

De acuerdo a l artículo 7 de la Ley Ambiental, las instituciones públicas que formen parte del SINAMA, deberán contar con unidades ambientales (Uas), organizadas con personal propio y financiadas con el presupuesto de las unidades primarias, los recursos financieros, y técnicos necesarios para el cumplimiento de las actividades que les competen en el desarrollo de la Gestión Ambiental. Siendo estas:

- Supervisar, coordinar y dar seguimiento a la incorporación de la dimensión ambiental en las políticas, planes, programas, proyectos, y acciones ambientales dentro de su institución.
- Apoyar al Ministerio en el control y seguimiento de la evaluación ambiental.
- Recopilar y sistematizar la información ambiental dentro de su institución.

Según la ley ambiental de El Salvador (1998), el uso del agua de las cuencas hidrográficas y mantos acuíferos, debe basarse en la calidad y la disponibilidad del recurso, así como en enfoques de uso sostenible, tomando en consideración los siguientes lineamientos:

- Los usos de las aguas lluvias, superficiales, subterráneas y costeras de la cuenca, deben planificarse sobre la base de evaluaciones de la cantidad y la calidad del agua.
- El agua utilizada para el consumo humano, con fines energéticos, domésticos, industriales, turísticos, pecuarios, agrícolas, pesqueros y de acuicultura, no debe exceder los límites necesarios para el mantenimiento de los ecosistemas de la cuenca.
- El agua utilizada para el mantenimiento de los ecosistemas de humedales, no debe exceder los límites necesarios para el funcionamiento de estos.
- La calidad y cantidad del agua para los diferentes usos, incluido el mantenimiento de la estructura y funcionamiento de los ecosistemas, deberá estar sujeta a las prácticas correctas de uso y disposición del recurso hídrico.
- Con el propósito de mantener el nivel freático de cualquier acuífero, la tasa de bombeo permitido deberá ser calculada con base en la tasa de recarga natural del agua subterránea.
- Se deberá promover la formulación y la implementación de políticas e incentivos que propicien la utilización sostenible del agua y del suelo que la contiene.

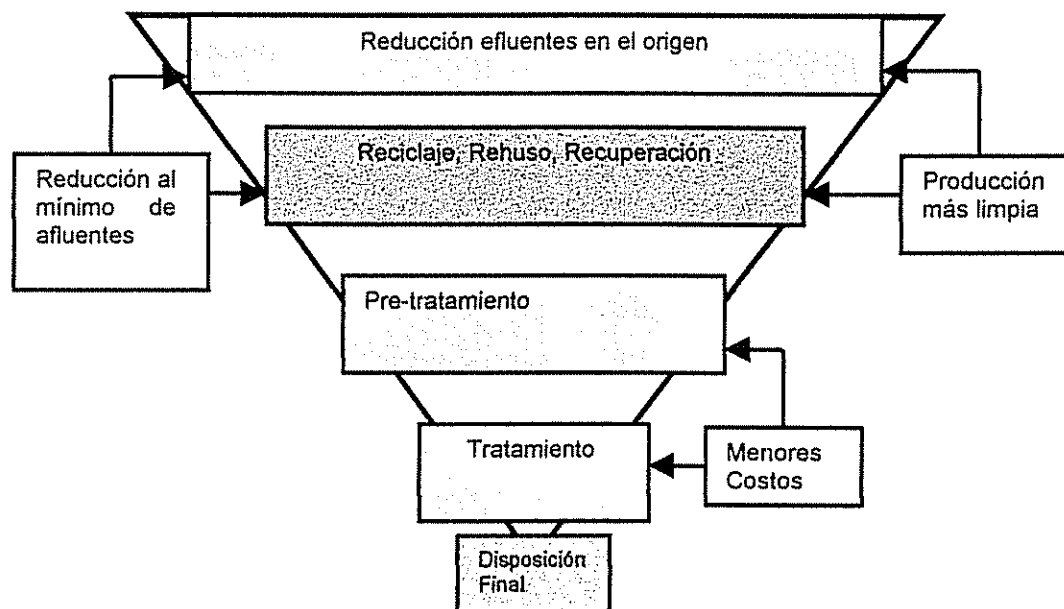
#### **4.5.4 Disponibilidad del recurso hídrico**

Con la finalidad de garantizar la disponibilidad, cantidad y calidad del agua para el consumo humano y otros usos, deberá existir una activa participación de los usuarios, e instituciones gubernamentales y no gubernamentales. Por lo que se hará necesario desarrollar e impulsar ciertas estrategias en el ámbito local y nacional para una participación conjunta:

- Incentivar el uso y el aprovechamiento del agua, de acuerdo a la legislación vigente, como una manera de considerar la capacidad de las comunidades de manejar y utilizar los recursos hídricos de manera sostenible.

- Asignar prioridad en la utilización eficiente del agua, considerando la valoración económica del recurso dentro de un uso determinado.
- Incentivar el uso de tecnologías limpias en los procesos productivos, con el objeto de optimizar el aprovechamiento del recurso hídrico.

En la Figura 10 se plantea esquemáticamente según lo manifestado por la población un posible manejo a dar a los recursos hídricos lo que permitiría una reducción y prevención de la contaminación, a través de un nuevo enfoque en el manejo sostenible de los recursos hídricos.



**Figura 10. Nuevo Enfoque de Manejo Para los Recursos Hídricos**

#### 4.5.5 Capacidad de gestión institucional.

Según lo observado y resultados de información obtenida se puede inferir que las unidades ambientales de las distintas instituciones son muy diferentes entre sí y se puede decir además que no existe un modelo único de organización, lo que es comprensible por la función que cada una desempeña, por la falta de dirección y definición de roles y funciones en el pasado, así como por sus posibilidades económicas. Las unidades ambientales de los municipios constituyen el extremo inferior de la cadena, en el sentido que no han institucionalizado ninguna unidad o asignado oficina, mobiliario, equipo, o responsable para su funcionamiento permanente. Aquí está todo por hacerse, lo que no deja de ser una ventaja para iniciar cualquier proceso. La unidad ambiental del MAG se dedica a revisar y preparar observaciones que provienen de los estudios de Evaluación de Impacto Ambiental. Aunque existe la percepción que en los proyectos de inversión del sector público generalmente no se consideran asuntos ambientales y una vez formulado es muy difícil introducir cambios sustanciales, por lo que se está actualmente trabajando en desarrollar las capacidades para la recolección, análisis y procesamiento de información ambiental a través de la Dirección de Economía Agropecuaria y del Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal (CENTA).

Existen ciertas contradicciones en lo manifestado por los grupos focales y lo observado dentro de los grupos. Aparentemente existe un nivel aceptable de coordinación interna entre la unidad ambiental del MARN y las autoridades del MAG, pero no en el nivel necesario aunque se tienen buenas experiencias de las relaciones con el MARN, las cuales han permitido resolver problemas de traspaso de funciones y competencias, así como en los aspectos de políticas y estrategias. Aunque no se tiene la misma impresión sobre las relaciones del MARN con otras entidades gubernamentales y no gubernamentales. Pues opinan que el MARN no sabe escuchar, que no están abiertos a tomar en consideración opiniones de otros. La coordinación entre ellos funciona mejor cuando hay emergencias naturales o desastres, pero cuando las cosas vuelven a la normalidad se retorna a la rutina de la poca comunicación y burocrático. La interrelación es dispersa, no se focaliza, no se sacan conclusiones concretas fruto de un trabajo conjunto, en equipo.

Con relación al Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, la unidad ambiental se ubica dentro del departamento de saneamiento ambiental, que a su vez parte de la gerencia de salud ambiental. El departamento de saneamiento ambiental es el que



responde como unidad Ambiental, pero tiene también otras responsabilidades propias de la institución.

En términos generales existe conciencia del tema ambiental pero no se expresa de manera concreta con el apoyo y la participación de la unidad en la discusión y toma de decisiones de las políticas ambientales del ministerio. Las funciones que maneja la gerencia de salud ambiental son las siguientes:

- Calidad de aguas.
- Excretas y tratamiento de aguas servidas.
- Desechos hospitalarios peligrosos
- Tratamiento de aguas residuales
- Control de sustancias químicas tóxicas.
- Contaminación del aire.
- Higiene de alimentos.
- Vectores y vacunación.

La coordinación interna no es buena. No participan los funcionarios de la unidad en la discusión y análisis de las políticas ambientales del ministerio. Considerando que existe falta de comunicación con el MARN, pues hasta la fecha no hay procedimientos claros para la comunicación y coordinación con el mismo. Las reuniones solamente informativas no son un buen mecanismo para integrarse y coordinar. El Ministerio de salud produce mucha información que no llega al MARN. Esto es otra muestra del bajo nivel de coordinación entre ambos ministerios. Las denuncias y solicitudes que recibe la unidad de salud sobre temas ambientales no llegan al MARN, porque no se ha establecido un mecanismo para que ello suceda.

El ministerio de salud tiene presencia en todo el territorio nacional, al contar con 18 direcciones departamentales y 354 unidades de salud. Cuenta con 350 inspectores de campo en zonas urbanas y una red de aproximadamente 1800 inspectores de salud en las zonas rurales. Esta enorme infraestructura humana y física constituye una dotación logística de primer nivel para el desarrollo de las futuras actividades entre los ministerios. La unidad ambiental de la Fiscalía de la república fue creada en 1992, en respuesta a necesidades concretas emergentes de los delitos ambientales tipificados en el código penal, que no estaba siendo atendido adecuadamente por la fiscalía. En este caso surgió como respuesta a una necesidad nacional concreta, antes que por la inducción de los organismos de préstamo externos.

Sus funciones son velar por el cumplimiento de las leyes vigentes relacionadas con el medio ambiente. Atienden las denuncias de los daños ambientales, lo que se debe tipificar para que se constituyan en delitos sancionales. También actúan de oficio cuando lo estiman necesario.

Existe una buena coordinación interna debido a que las actividades y responsabilidades de su ámbito de competencia, crean la necesidad de establecer mecanismos de trabajo conjunto.

Sobre la coordinación con el MARN, consideran que no existe un mecanismo institucional establecido que facilite y promueva la comunicación y coordinación. La comunicación es deficiente y débil con el MARN. La información recibida del MARN y del MAG es poco clara, muy general y no permite actuar sobre informes objetivos y precisos. También llega con mucho retraso y cuando el periodo procesal ya ha terminado. Por lo que se hace prioritario mejorar el nivel de coordinación institucional y una comunicación más eficiente y fluida con la ciudadanía.

#### **4.5.6 Análisis, Síntesis, y Reflexión de Resultados.**

Si bien es cierto que existe una problemática ambiental a la cual no se le ha dado el trato adecuado, y que por el otro lado se encuentra la población afectada con sus limitantes económicas según los resultados del estudio. En tal sentido se hace necesario que el gobierno central a través de sus municipalidades lleve a cabo acciones de producción y provisión de infraestructura en recursos hídricos que proporcionen los servicios viables a la ciudadanía. Como puede ser el crear o reformar el marco legal del recurso agua en El Salvador, en el que se trate aspectos como aplicar un impuesto a los contaminadores, dar incentivos por no contaminar o reducir emisiones de aguas industriales contemplando dentro de sus políticas de descentralización la participación ciudadana, municipal y privada, para poder invertir en la construcción de plantas de tratamiento y brindar mejores servicios de acueductos y alcantarillados. Estos servicios producidos en función de la inversión nacional para poder generar empleos. Las plantas de tratamiento por sus mismas características más de bien público pueden ser creadas y manejada por el mismo gobierno, no así el servicio de agua potable el cual puede ser manejado por una empresa de tipo mixto creada a través de la descentralización de servicios.



La provisión y producción de servicios tiene que estar sujeta a ciertas condiciones o estatutos que permita el marco legal, normador y regulador del recurso hídrico en El Salvador.

El tratar las aguas servidas en El Salvador sería una estrategia que ayudaría a reducir la pobreza, bajar los costos de salud en el ámbito nacional y mejorar la calidad de vida de los más afectados. Pues en El Salvador los más pobres son los más afectados con las aguas contaminadas por estar más próximos a su contacto y su misma pobreza los limita a poder pagar por un servicio llevándolos a padecer múltiples enfermedades (diarreas, alergias de la piel etc.).

Según datos de la Organización Mundial de la Salud, 2000. Más de un billón de habitantes en el mundo es afectado anualmente por enfermedades diarreicas. Del otro lado se encuentran las industrias de las cuales solo el 7% de estas tratan sus aguas previas a ser vertidas en el cuerpo de agua, y que la mayor parte de estas toman ventaja de sus influencias y capacidad económica para ganar acciones ante las municipalidades y retornar así las aguas o afluentes a los causes naturales después de su uso sin ser tratadas. Una forma de reducir este impacto negativo es aplicar un nuevo enfoque de manejo del recurso hídrico como se explicó anteriormente en la Figura 10 teniendo presente hacer cumplir el marco legal del recurso agua.

La voluntad media de pago obtenida en este estudio no es la suficiente para cubrir los costos de una alta tecnología en plantas de tratamiento, pero sí para poder pensar en estrategias que permitan iniciar acciones para ir disminuyendo dicha problemática, pudiendo cubrir los costos a través de subsidios, modificaciones tarifarias e incentivos o impuestos a los contaminadores.

La triangulación participativa popular e integrada con la municipalidad, ciudadanos y empresa privada son necesarios e importantes para poder planificar un mejor manejo de los recursos hídricos que permita tomar decisiones satisfactorias que contribuyan al diseño e implementación de proyectos productivos que lleven a un desarrollo local y regional. La participación ciudadana ayudaría a coordinar intereses en común aumentando la transparencia en el desarrollo de proyectos, aspecto clave para un gobierno. Esta triangulación participativa es una manera de poder afrontar las barreras institucionales existentes en el ámbito local y regional como lo es el marcado nivel burocrático y distante entre los niveles políticos y técnicos, sin descuidar los objetivos e intereses comunes.

Los resultados de este estudio contribuyen a la toma de decisiones y al diseño de políticas con los entes involucrados en el recurso hídrico ya que permiten conocer mejor la situación presente, la opinión ciudadana, la media de voluntad de pago por familia para el establecimiento de plantas de tratamiento secundario, lo que les permite tener una idea más precisa de las futuras estrategias para la protección de estos recursos y poder evaluar la viabilidad de llevar a cabo proyectos como este en El Salvador.

ANDA debe tener presente que la descentralización de servicios es una alternativa viable que conlleva a mejores servicios para la ciudadanía, pero también debe tener presente los posibles problemas que puedan surgir en disputas por cantidad y calidad de servicios de acueductos y alcantarillados. Es aquí en donde se hace necesaria la inmediata participación de las nuevas entidades creadas para normar y regular el recurso agua en El Salvador, haciendo cumplir el marco legal en una forma transparente.

## 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1 Conclusiones

La valoración económica de los recursos hídricos es de gran importancia para la toma de decisiones con relación al aprovechamiento de los servicios ambientales, ya que permite hacer aproximaciones al monto de pago evitando sobreestimaciones del beneficio social. En este estudio la media de voluntad de pago (MVDP) obtenida para el tratamiento de aguas servidas a través de plantas de tratamiento secundario en el modelo dicotómico simple fue de U\$ 1.50 / mes, y para el dicotómico doble fue U\$ 1.35 / mes adicional a la tarifa de acueductos y alcantarillados que actualmente están pagando. Con una relación beneficio costo obtenida de 0.69, esto significa que los ingresos de la VDP por los servicios de tratamiento de aguas servidas derivados del modelo econométrico no son suficientes para cubrir los costos de inversión y operación de la planta. En tal sentido se logra el objetivo planteado con relación a determinar una media de voluntad de pago, y se rechaza la hipótesis alterna planteada ya que la voluntad de pago obtenida es menor al costo de la tecnología para el tratamiento de aguas servidas.

Las variables que mejor explicaron la voluntad de pago en el modelo fueron: bid, jefe de hogar e ingreso. El efecto del ingreso comparado con otros estudios de valoración contingente resultó negativo ya que los ingresos promedios de la población entrevistada son bajos, esto hace rechazar la hipótesis alterna planteada en donde el ingreso influiría de forma positiva y aceptar la hipótesis nula.

La prueba de scope resultó ser significativa en el modelo ya que captura la compra o pago por la mejora en la calidad del agua y el ambiente. En tal sentido también se rechaza la hipótesis alterna planteada ya que si existe diferencia en la voluntad a pagar por la mejora de la calidad ambiental en la población, según se demuestra con la prueba de scope. Asimismo las variables dummy mostraron ser significativas en el modelo logístico lo que indica que pueden explicar la significancia del modelo capturando el efecto de respuesta de un sí después de un no o de un no después de un sí.

Generalizando los valores obtenidos de voluntad de pago para toda la población del municipio de Guazapa esto representa un valor promedio anual de US \$91 147.20 siendo este valor no suficiente para cubrir el costo de la tecnología, comprobando así lo planteado en la hipótesis del estudio en tal sentido se acepta la hipótesis alterna y se rechaza la nula. Resultando ser un dato importante para que los planificadores y decisores políticos puedan planificar y desarrollar proyectos de mejoramiento ambiental de la cuenca del río Acelhuate y principalmente de los ciudadanos de Guazapa. Esperando a partir de estos resultados que el interés de las instituciones encargadas en el manejo y conservación de los recursos hídricos sea más tangible por los ciudadanos.

La eficiencia del modelo dicotómico simple con relación al dicotómico doble se ve reducida ya que el modelo dicotómico doble incluye como variables significativas además del bid las variables socioeconómicas con varianzas menores por lo que el valor de la media de voluntad de pago capturado es más confiable y cercano a la realidad. Resultando ser el modelo dicotómico doble una herramienta útil para incluir variables socioeconómicas de la población en estudio. Y la prueba de scope resultó significativa en el modelo capturando así el valor que otorgan las personas al cambio en el bienestar con diferente mejora en la calidad ambiental, comprobando así que si existe diferencia en la VDP por las mejoras ambientales, por lo que la hipótesis planteada en donde no existe diferencia en la VDP por la mejora en la calidad ambiental en la población se rechaza.

De igual forma se determinó que existe una gran preocupación por los problemas ambientales y el deterioro de los recursos ambientales de la cuenca del río Acelhuate junto a un interés común de poder participar para que esto mejore. La contaminación de las aguas figura como el principal problema manifestado por la población del municipio de Guazapa, seguido por la deforestación y la escasez del agua. Las descargas de efluentes contaminados, disposición de basura y residuos tóxicos al río del Acelhuate está resultando ser una pérdida seria de la calidad del agua que afecta principalmente la salud de los habitantes y la integridad de los sistemas naturales.

El Salvador carece de instrumentos económicos viables para la gestión de una política ambiental como son los cobros por contaminación, subsidios para sustitutos e insumos de descontaminación, permisos por emisiones basados en la cantidad, estándares de emisiones específicos por fuente y estándares eficientes para el control de calidad del agua. Lo que ha generado impactos negativos en el ambiente y en la salud de los ciudadanos salvadoreños.

Dado los resultados de este estudio, queda demostrado que existe una voluntad de pago de las personas con tal de evitar problemas de salud y el riesgo de muerte prematura, producto de una mala calidad de agua siendo esta equivalente a más de un 20% del pago de su tarifa actual en el servicio de acueductos y alcantarillado. Es así que instituciones como ANDA, deberían evaluar formas para mejorar el servicio de tratamiento de las aguas residuales a través del establecimiento de algún tipo de tarifa adicional para obtener los ingresos respectivos que permitan cubrir los costos de tratamiento de las aguas servidas. Lo cual se puede incorporar en el medio de cobro utilizado en una forma gradual. Ya que tratar las aguas servidas en El Salvador y crear mecanismos que permitan la participación ciudadana e interinstitucional se convierte en una estrategia que ayudaría a reducir la pobreza, bajar los costos de salud y mejorar la calidad de vida de los más afectados, siendo estos los pobres ya que pagan por un servicio y pagan con su salud.

A pesar de que la VDP obtenida no cubre los costos de tecnología para el tratamiento de aguas servidas, existen antecedentes positivos de subsidio para tratamiento de aguas servidas. Por lo que la voluntad de pago de los salvadoreños se restringe como consecuencia de la falta de credibilidad de la población hacia las instituciones y proyectos de desarrollo como resultado de grupos focales, entrevistas personales y diagnóstico institucional, comprobando así lo planteado en la hipótesis alterna, en donde las políticas institucionales tienen un marcado efecto en la voluntad de pago. En tal sentido se acepta la hipótesis alterna y se rechaza la nula.

## 5.2 Recomendaciones

Los resultados obtenidos en el presente estudio de valoración contingente, son valores únicos obtenidos en un tiempo y espacio específicos en donde se refleja una relación entre la voluntad de pago, los servicios ambientales, y las características socioeconómicas de los habitantes del municipio de Guazapa. Por lo tanto el valor económico dado en el presente estudio al recurso evaluado puede ser utilizado para ser aplicado en otras zonas con características similares dentro del mismo país a través de la implementación de técnicas de Transferencia de Estimados, teniendo presente que existen ciertas limitaciones al respecto y que deben ser evaluadas cuidadosamente.

En el ámbito local, y nacional debe existir un responsable que monitoree y asigne los recursos hídricos para su explotación, dentro de un marco legal amplio, moderno y basto en aspectos legales nacionales e internacionales muy transparentes. Con objetivos tangibles a la realidad social, económica y ambiental de El Salvador. Tomando en cuenta una triangulación participativa a través de todos los aportes del sector gubernamental, privado y ciudadanos, para poder alcanzar una política de gestión ambiental amplia y aceptada sin dañar la competitividad internacional ni limitar el desarrollo económico y sostenible del país. Que beneficie el crecimiento económico, reduzca la pobreza, y disminuya las externalidades negativas en el Ambiente sin comprometer la existencia de futuras generaciones.

Se debe evaluar la formulación de nuevas políticas o la reestructuración de otras ya existentes en común acuerdo con otras instituciones, para la implementación de tarifas económicas ecológicas, que brinde la posibilidad de generar los ingresos necesarios para actividades de recuperación, protección y conservación de los recursos hídricos en El Salvador. Claramente, los pobres pagan más por el agua, pagan con su salud. En tal sentido el agua potable y el alcantarillado son factores decisivos para el desarrollo económico y social, razón por la cual es imprescindible ampliar y mejorar su cobertura, así como promover su adecuado aprovechamiento y tratamiento.



Se recomienda para interesados en estudios posteriores de valoración contingente y especialmente con el método dicotómico doble, evaluar otras variables socioeconómicas que pueden mostrar ser significativas en zonas con condiciones diferentes. Además se debe definir con sumo cuidado el tamaño de la muestra y los rangos de bid a establecer teniendo presente el número de encuestas piloto que juega un papel determinante en ello para poder capturar mejor el valor de la voluntad de pago y los coeficientes de las variables utilizadas. Además se recomienda usar una muestra mayor para el modelo dicotómico simple, lo cual podría permitir incluir las variables socioeconómicas como significativas del modelo.

La Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (ANDA), en conjunto con otras entidades como el Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales (MARN), debe tener entre otros objetivos en común para la sostenibilidad de los recursos hídricos en el ámbito nacional, crear convenios ágiles de acciones inmediatas a la problemática presente en El Salvador. Con una visión compartida que beneficie el crecimiento económico, reduzca la pobreza, y disminuya las externalidades negativas en el ambiente, sin comprometer la existencia de las futuras generaciones.

En proyectos como este con una relación beneficio costo menor a uno (0.69), se recomienda buscar alternativas de financiamiento para dicha planta, con el gobierno central o donaciones a través de agencias internacionales de desarrollo como JICA(Japan International Cooperation Agency), AID(American International Development), y SIDA(Sweden International Development Agency). Lo que permitiría tener una mejor relación beneficio costo y por lo tanto una viabilidad económica del proyecto.

## 6. BIBLIOGRAFÍA.

- ANDA (Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados). 1999. La descentralización de los servicios de agua potable y alcantarillados. San Salvador, El Salvador. 18p.
- ANDA (Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados). 1998a. Boletín estadístico No. 20. San Salvador, El Salvador. 132p.
- ANDA (Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados). 1998b. Tratamiento para aguas negras. San Salvador, El Salvador. 53p.
- Aguilar, E. 1999. Apoyo para políticas de manejo integrado de recursos hídricos en América Central. BID, Washington, DC, BID. P. 18-24.
- Aguirre, J.A. 1995. Principios de economía ambiental. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 305p.
- Ajzen, I; Brown, TC; Rosenthal, L. 1996. Information bias in contingent valuation; effects of personal relevance, quality of information, and motivational orientation. *Journal of Environmental Economics and Management* 30 (1): 43-57.
- Ardila, S. 1993. Guía para la utilización de modelos econométricos en aplicaciones del método de valoración contingente. BID. Washington, DC. 14p.
- Azqueta, D. 1994. Valoración económica de la calidad ambiental. Madrid, España. McGraw-Hill/Interamericana de España. Madrid, España. 191p.
- Barton, D. 2000. La transferencia de estimados en la valoración económica de la calidad de aguas. University of Norway
- Belsley, D. 1980. Conditioning diagnostics, Collinearity, and Weak Data in Regression. New York.
- Bermúdez, NM. 1997. Valoración económica de los beneficios ambientales directos de la construcción de la planta de tratamiento de aguas del río Salitre. Tesis Mag. Sc., Santafé, Bogotá, Universidad de los Andes. 152p.
- Bishop, RC; Heberlein, TA; Kealy, MJ. 1983. Hypothetical bias in contingent valuation: Results from a simulated market, *Natural Resources Journal* 23, (3):619-633.
- Bishop, RC; Mullarkey, DJ. TN. 1999. Sensitivity to scope: Evidence from a CVM study of wetlands (correo electrónico). Nashville, TN.
- Blank, LT; Tarquin, JA. 1993. Ingeniería económica. Trad. Mendoza FC. 3ed. México. McGraw-Hill, pp141-219.
- Bowers, R. 1997. Sustainability and environmental economics: An alternative text. Washington, DC. Addison Wesley Logman Limited. 18p.

- Boyle, KJ; Desvougues, WH; Johnson, FR; Dunford, RW; Hudson, SP. 1994. An investigation of partwhole biases in contingent – valuation studies. *Journal of Environmental Economics and Management* 27(1): 64.
- Cabán, A; Loomis, J. 1996. Economic benefits of maintaining ecological integrity of Río Mameyes, in Puerto Rico. *Ecological economics* (21) 63-75.
- Castro, Barrantes. 1998. El presupuesto del agua en Costa Rica: Cuantificación física de la oferta y la demanda. San José, Costa Rica, UCR. p.12.
- CCT (Centro Científico Tropical). 1995. Valoración económica ecológica del agua. San José; Costa Rica. 20p.
- CEPIS (Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencia del Ambiente) 1995. Seminario Internacional. Aspectos Generales y Principios Básicos de los Sistemas de Lagunas de Estabilización. Santiago de Cali, Colombia, Programa de Tratamiento de Aguas Residuales. p.73.
- CONACYT (Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología). 1998. Aguas residuales (Norma Salvadoreña). San Salvador, El Salvador, CA. 9p.
- CONCULTURA (Consejo Nacional para la Cultura y el Arte). 1996. Monografía del municipio de Guazapa. San Salvador, El Salvador. 28p.
- Diamond, P. 1996. Testing the internal consistency of contingent valuation surveys. *Journal of Environmental economics and Management* 30:265-281.
- El Salvador. Ministerio de Medio Ambiente 1998. Ley de Medio Ambiente. San Salvador, Ministerio de Medio Ambiente de El Salvador. 73p.
- El Salvador. Asamblea Legislativa. 1998. decreto # 233. Diario oficial. 1998. 70p.
- El Salvador. Ministerio de la presidencia. 1987. Reglamento sobre la calidad del agua, el control de vertidos y las zonas de protección. San Salvador. 12p.
- FIAES (Fondo para la Iniciativa de las Américas de El Salvador); UCA (Universidad Centroamericana). 1997. Situación actual de los recursos hídricos en cuencas Sucio, Acelhuate, y Cuaya. EL Salvador. FIAES-UCA. p. 3-13.
- Field, BC. 1995. Economía ambiental. Una introducción. Trad. Leonardo Cano. Colombia, McGraw-Hill/interamericana. 587p.
- FONAES (Fondo Ambiental de El Salvador). 1999. Discurso a la prensa por el presidente de FONAES Sr. Adolfo Villacorta Guandique.
- FUSADES (Fundación Salvadoreña para el Desarrollo Económico y Social). Pobreza Rural. Boletín #138, mayo de 1997. San Salvador. p.7.
- GBWWTP (Gold Bar Wastewater Treatment Plant). 1999. Gold Bar Wastewater Treatment Plant Drainage Service (en línea). Edmonton, Canada. Consultado 3Nov. 1999. Disponible en <http://www.gov.edmonton.ab.ca/cleanriver>

- Green, WH. 1993. *Econometric analisis*. 2 ed. New York, NY, Macmillan. 791p.
- Green, WH. 1998. *LIMDEP: Users manual. Versión 7.0*. Plainview, NY: Econometric Software. 924p.
- Gujarati, DN. 1993. *Econometría*. 2 ed. Trad. VM Mayorga Torrado. México, DF, McGraw-Hill. 597p.
- Hanemann, W.M. 1984. Welfare Evaluations in contingent Valuation Experiments with discrete responses. *American Journal of Agricultural Economics*. 66:332-341.
- Hanemann, M; Loomis, J; Kenninen, B. 1991. Statistical efficiency of double bounded dichotomous choice contingent valuation. *American Journal of Agricultural Economics*. 73(4): 1255-1263.
- IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura); CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza). 1999. Redacción de referencias bibliográficas: Normas técnicas del IICA y el CATIE. 4 ed. Turrialba, CR, Biblioteca Conmemorativa Orton. 40p.
- Infoagua-noticias. 2000. Operación de plantas de tratamiento de aguas residuales (en línea). Consultado 10 Abr. 2000. Disponible en <http://www.infoagua.org>
- Kahneman, D; Knetsch, JL. 1992a. Valuing public goods: the purchase of moral satisfaction. *Journal of Environmental Economics and Management*. 22: 57-70.
- Kreuger R.A, 1988. *Focus groups; a practical guide for applied research*. London, Sage.
- Loomis, J.B 1988. An introduction to contingent valuation using dichotomous choice models. *Journal of Leisure Research* 20(1): 46-56.
- Macintosh, J. 1981. Focus groups in distance nursing education, *Journal of Advanced Nursing*. 1985. 18: 19-81.
- MAG (Ministerio de Agricultura). 1997. Informe de Coyuntura-Octubre. San Salvador El Salvador.
- McRonnie, H. 1997. Estimating protected area revenue in Antigua and Barbuda. An evaluation of the CVM for land use planning in a Developing country. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 90p.
- Merayo Calderón, O. 1999. Valoración económica del agua potable en la cuenca del río en medio de Santa Cruz, Guanacaste, Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 148p.
- Middleton, R. 1995. El agua limpia: un recurso frágil. Documento verde #4. Servicio Cultural e Informativo de los Estados Unidos de América. (Documento verde # 4).
- MIPLAN (Ministerio de planificación y Coordinación del Desarrollo económico y Social). 1996. Desarrollo Rural. El Salvador. 72p.

- Mitchell, R. Carson, R. 1993. Using surveys to value public goods: the contingent valuation Method. Washington, D.C. Resources for the future. 462p.
- Mitchell, R; Carson, R. 1995. A current assessment of the CVM. In Current issues in environment economics. Eds.p.o. Johansson;B. Kristom; K.G. Maler. Manchester, University . p10-34.
- Nicholson, W. 1997. Teoría microeconomía: Principios básicos y aplicaciones (6 ed). Trad. ER Espariz; LT Cortes.
- OMS (Organización Mundial de la Salud) 2000. Aguas residuales (en línea). Consultado 28 set. 2000. Disponible en <http://www.cepis.ops-oms.org/eswww/aguaresi/antece.html>
- PAES (Programa Ambiental de EL Salvador). 1999. Diagnostico conservación de suelos y región Tenancingo y Guazapa. El Salvador C.A. 44p.
- Pearce, D; Moran, D. 1995. The economic value of biodiversity. 2 ed. London, Earthscan. 172p.
- Pinazzo, J; Shultz, S. 1996. Aplicación del método de valoración contingente en dos parques nacionales de Costa Rica. In Seminario de economía ambiental de la Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica, UCR. 25p.
- PRISMA (Programa Salvadoreño de Investigación Sobre Desarrollo Y Medio Ambiente). 1999. La reforma del sector hídrico en El Salvador. Boletín # 38. 15p.
- Randall, A.; Hoehn, J. 1983. Contingent valuation surveys for evaluating environmental assets. Natural Resources Journal. 23: 635-648.
- Ridehout, D; Hessel, H. 1997. Principles of forest environmental economics. Colorado USA, Library of Congress. 96 p.
- Romero, C. 1997. Economía de los recursos ambientales y naturales. 2ed. Madrid España, Alianza Editorial. 209 p.
- Rowe, RD., Schulze, WD; Breeffle, WS. 1996. A test for payment card biases. Journal of Environmental Economics and Management 31(2): 178-185.
- SAS Institute. 1989. SAS/STAT User's guide, Version 6. 4ed. Cary, NC, SAS Institute. V.2, cap. 24.
- Scheaffer, RL; Mendenhall, W; Ott, L. 1987. Elementos de muestreo. Trad. Rendón G. 3ed. Mexico, Grupo Editorial Iberoamericana. 320p.
- Shultz, S. 1989. Willingness to pay for groundwater protection. In Dover, NH. A contingent valuation approach. Tesis Msc. USA. McGill University. 65p.
- Shultz, S. 1997. Métodos de valoración no mercado en América Central ventajas Problemas, soluciones y líneas de investigación. Simposio de Dimensiones Humanas en el manejo de recursos naturales. Belice.

- Smith, VK; Osbourne, L. 1996. Do contingent valuation estimates pass a scope test. A metaanalysis. *Journal of Environmental Economics and Management* 31 (3): 287-301.
- Stokes, ME; David, CS; Koch, GG. 1995. *Categorical data analysis using the SAS system*. Cary, NC, SAS Institute Inc. USA. Cap. 2 y 8.
- Tebbutt, THY. 1999. *Fundamentos de control de la calidad del agua*. 6 ed. Monterrey, México, Limusa. 239p.
- UNES (Universidad Nacional de El Salvador). 1997. *Elementos de Muestreo*. Facultad de Ciencias Económicas Departamento de Matemáticas y Estadística. San Salvador, El Salvador. 13p.
- UNES (Universidad Nacional de El Salvador). 1999. *Base de Datos*. (en línea). Consultado 13 de mayo del 2000. Disponible en <http://www.edu.unes.sv>
- United Nations. NL. 1994. *Integrated environmental and economic accounting: Handbook of national accounting*.
- Valera, V. 1998. *Valoración económica de los recursos hídricos de la cuenca del río Grande Tarcoles, Costa Rica*. Tesis Mag Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE.
- Whittington, D; Briscoe, J; Xinming, M; Barron, W. 1986. Estimación de la voluntad de pago para servicio de agua aplicando valoración contingente, en Haití. *World Bank*. p. 295-311.
- Whittington, D; Lauria, D; Choe, K; Hughes, JA; Swarna, V. 1993. Household sanitation In Kumasi: A description of current practices, attitudes, and perceptions in Kumasi Ghana: a contingent valuation study. *Water Resources research*. 29(6):1539-1560.
- Whittington, D; 1995. Household demand for surface water quality improvement in the Philipines: A case study of Davao City. In Georgious, S.
- Whittington, D., 1997. *Administering contingent valuation surveys in developing countries*. University of North Carolina. USA. 9p.
- World Bank, 1993. *Water Resources Management-Appendix A. Market Failures and Public Policy in Water Management*, Washington, D.C. U.S.A.

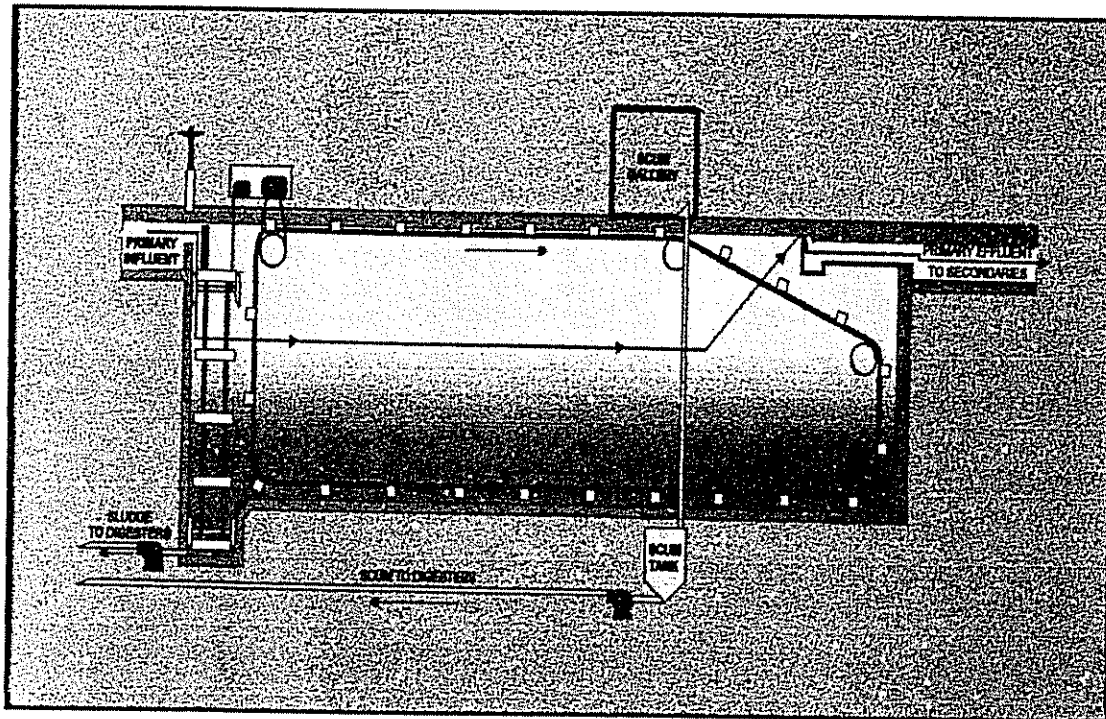
**7. ANEXOS**

**ANEXO 1A. RESULTADOS DE CALIDAD DEL AGUA RIO ACELHUATE  
96/97/98/99.**

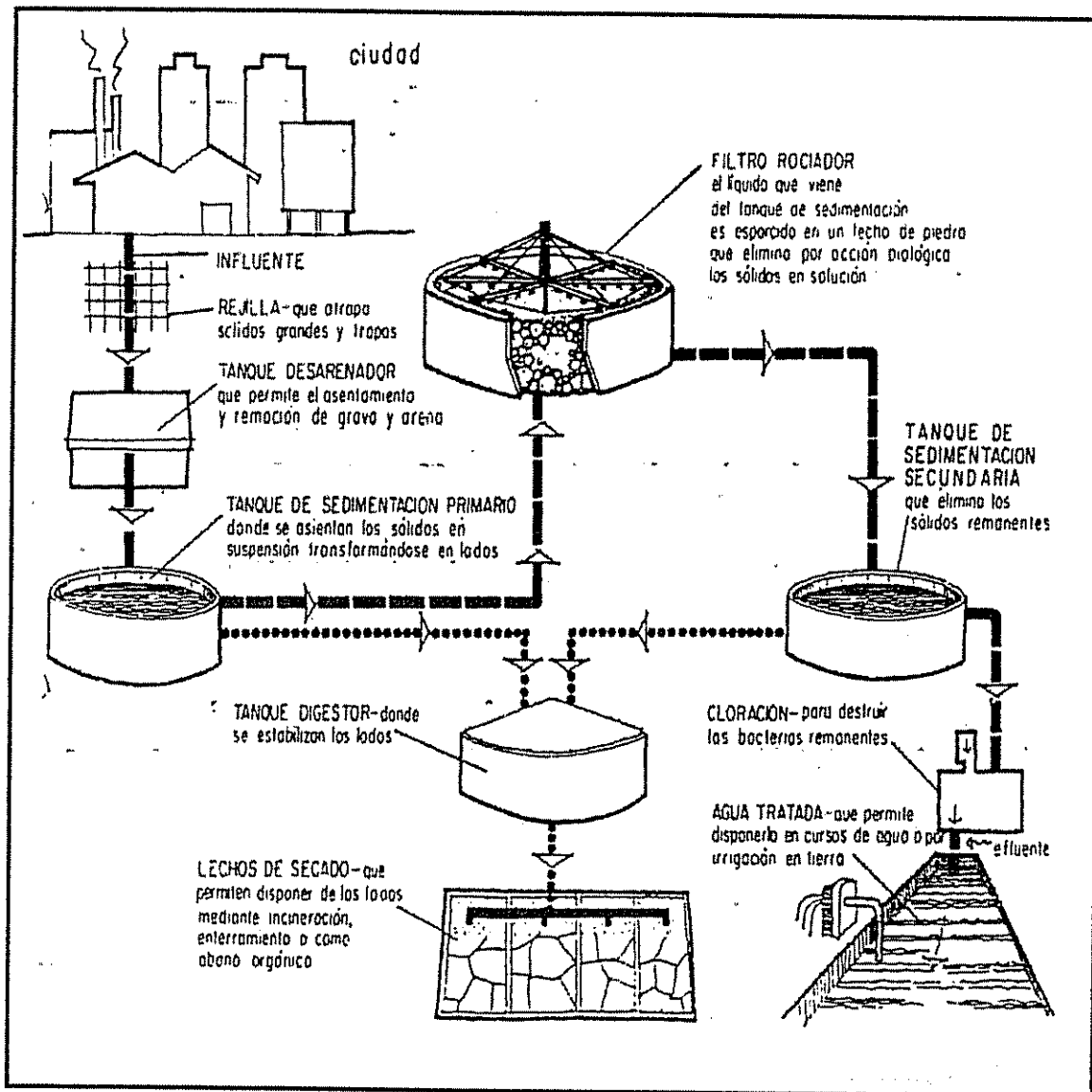
PARAMETRO	UNIDAD	NORMA	M	U	E	S	T	R	A	S
MUNICIPIO		San Salvador	San Salvador	Soyapango	Soyapango	Nejapa	Nejapa			
LUGAR		Colector # 3	Colector # 3	Colector # 3	Colector # 3	Colector # 3	Colector # 3			
FECHA		21/04/97	26/11/97	22/05/98	19/11/98	18/03/99	29/04/99			
HORA		11:00 a m.	10:40 a.m.	10:15 a.m.	9:20 a.m.	9:04 a M	08:20 a M.			
TEMP AGUA	oC	25	25	26	24	24	25			
TEMP.AMBTE	oC									
CONDUCTIBI	mS/cm	860	700	760	560	700	870			
L										
SOLID.SEDIM	ppm	mg/ml 5.4	1.5	2	0.7	1.3	2.5			
T										
SOLID.TOTAL	ppm	528	471	612	413	467	531			
SOLID.SUSPE	ppm	40 98	121	232	133	117	96			
N.										
SOLID.DISUE	ppm	430	350	380	280	350	435			
LT.										
TURBIDEZ	UNT	95	84	193	97	110	88			
OXI.DISUELT.	ppm	4 0	0	0	0	0	0			
PH		7.5	7.4	7.6	6.6	7.26	8.2			
DBO.TOT.	ppm	30	116	130	67.1	100	55.86			
DQO.TOT	ppm		185	265	110	230	79			
CLORUROS	ppm	63.5	50.5	51.5	33.3	50.7	43.43			
PARAMETRO	UNIDAD	NOR								
		MA								
MUNICIPIO		Aguilares	Aguilares	Aguilares	Guazapa	Guazapa	Guazapa			
LUGAR		Rio Acelhuate	Rio Acelhuate	Rio Acelhuate	Rio Acelhuate	Rio Acelhuate	Rio Acelhuate			
FECHA		06/11/97	12/11/97	26/08/98	09/10/98	22/04/99	18/08/99			
HORA		10:45 a m.	10:00 a.m.	11:15 a M	11:00 a m.	11:05 a. M	10.05 a. M			
TEMP AGUA	oC	25	24	25	24	26	24			
TEMP.AMBTE	oC									
CONDUCTIBI	mS/cm	720	555	340	340	810	470			
L										
SOLID.SEDIM	ppm	mg/ml 2	1.5	3	12	3.5	2.5			
T										
SOLID.TOTAL	ppm	432	304	620	4245	757	465			
SOLID.SUSPE	ppm	40 72	24	450	4075	170	230			
N.										
SOLID.DISUE	ppm	360	280	170	170	405	235			
LT.										
TURBIDEZ	UNT	183	35	617	2700	157	190			
OXI.DISUELT.	ppm	4 0	3.48	4.1216	0	0	3.56			
PH		7.6	7.8	7.4	7.6	7.4	7.77			
DBO.TOT.	ppm	30 69	56.66	44.8		55	22.68			
DQO.TOT	ppm	195	135	70	93	132	76			
CLORUROS	ppm	22.5	62.5	17	17	44.87	38.6			



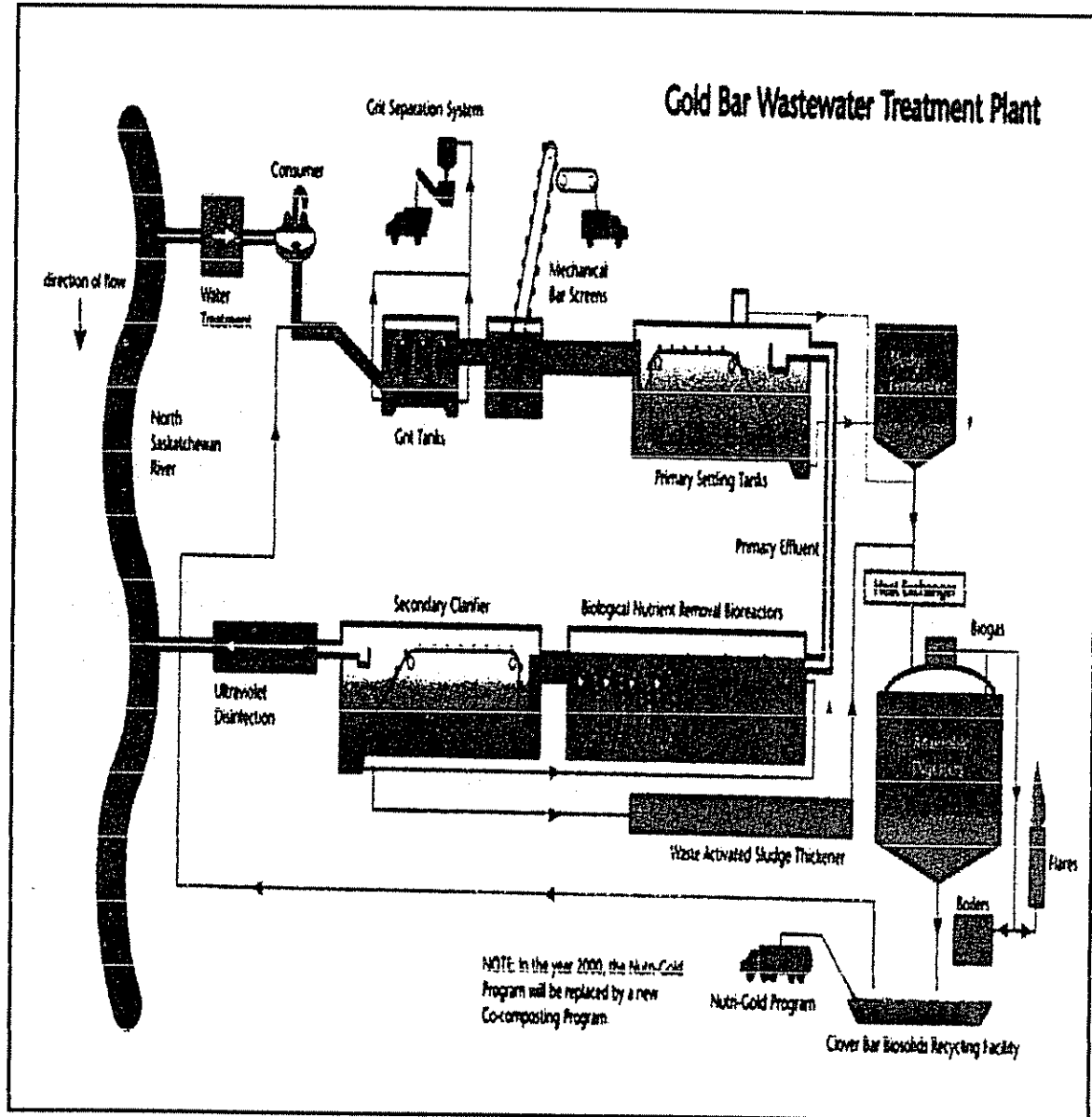
ANEXO 2A. PLANTA DE TRATAMIENTO PRIMARIO.



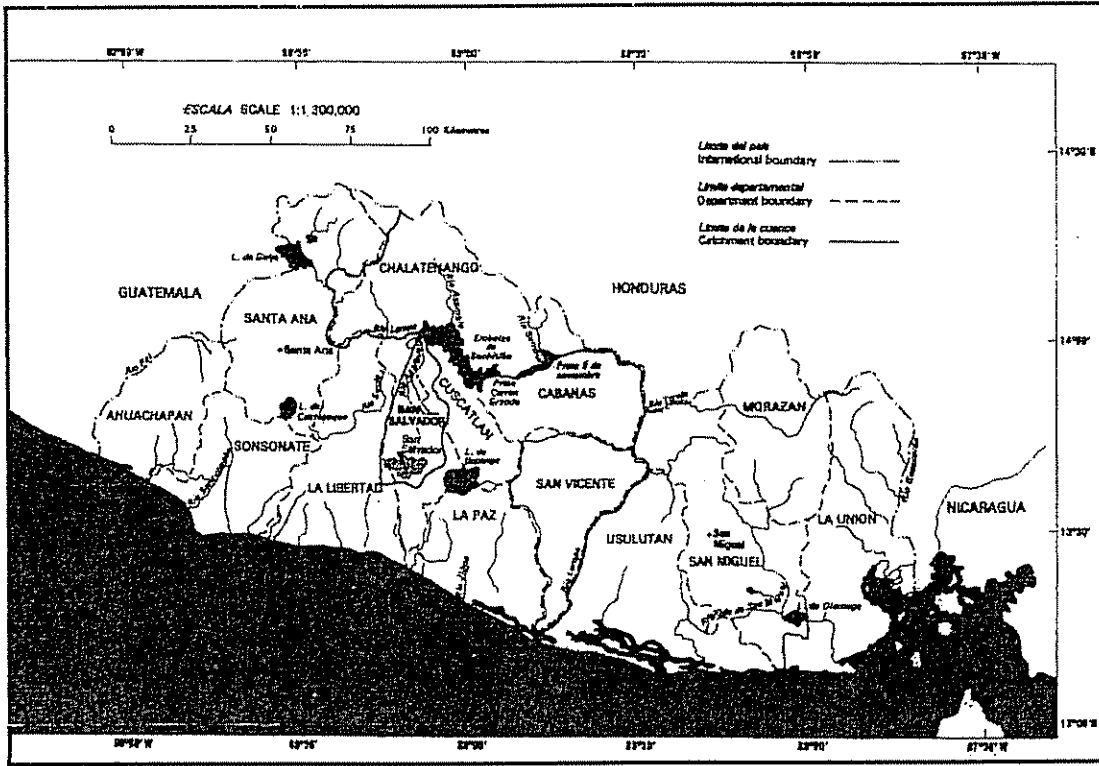
## ANEXO 3A. PLANTA DE TRATAMIENTO SECUNDARIO



# ANEXO 4A. PLANTA DE TRATAMIENTO TERCARIO



# ANEXO 5A. UBICACIÓN GENERAL DE LA CUENCA DEL ACELHUATE





## ANEXO 7A. FORMATO ENCUESTA PILOTO.



### ENCUESTA PILOTO PROGRAMA AMBIENTAL DE EL SALVADOR CUENCA DEL RIO ACELHUATE – GUAZAPA, SAN SALVADOR, EL SALVADOR, C.A.

Nombre del encuestador \_\_\_\_\_ Código \_\_\_\_\_ Encuesta #: \_\_\_\_\_  
Fecha \_\_\_\_\_ Hora de Inicio \_\_\_\_\_ Hora Finalización \_\_\_\_\_  
Caserío \_\_\_\_\_ Cantón: \_\_\_\_\_ Ciudad \_\_\_\_\_ Municipio \_\_\_\_\_  
Calle \_\_\_\_\_ Casa # \_\_\_\_\_ Urbano

Estimado señor/señora/señorita. Reciba un cordial Saludo.

Somos Estudiantes del Centro Agronómico Tropical de investigación y Enseñanza (CATIE, Turrialba, Costa Rica). Estamos realizando una encuesta confidencial y de investigación para conocer la opinión de la población que reside en Guazapa, sobre los problemas de calidad del agua de la cuenca del río Acelhuate y su disponibilidad a pagar por tratamiento de aguas servidas (Negras).

Para poder así determinar cuanto valdría para usted que el río Acelhuate dejara de estar contaminado, recordándole que las aguas negras, industriales y de alcantarillado que bajan por la cuenca del Acelhuate, es el principal causante de los problemas de olores y salud presentes en la zona. Por lo que nos complacería nos permitiese unos minutos de su valioso tiempo para responder la presente encuesta. No hay respuesta correcta o equivocada, cualquier duda puede preguntar o que le expliquen la pregunta. Sus respuestas son muy importantes para la investigación. Por favor tómese el tiempo necesario que usted requiere. Sin omitir que su información es confidencial. Gracias.

#### 1. Información General del Recurso a Evaluar.

1.1 En orden de importancia con un rango de 1 a 6 ¿Cuales de los siguientes problemas ambientales considera más graves en su comunidad? Dándole al mayor problema el valor de 1 y al menor 6.

- Deforestación
- Escasez de agua
- Contaminación de aguas
- Erosión del suelo
- Contaminación del aire
- Otros

1.2 En orden de importancia con un rango de 1 a 6, ¿Quiénes de los siguientes sectores considera son los que más contaminan los ríos? Dándole a 1 el mayor contaminador y a 6 la menor.

- Sector comercial
- Sector Industrial
- sector domestico
- sector pesquero
- sector agrícola
- otros

1.3 En orden de importancia con un rango de 1 a 6, para ¿Cual de las siguientes actividades le gustaría que usen los ríos cercanos a su comunidad?

- Recreación
- Botador de basura
- pesca
- reserva de agua potable
- Riego y abrevamiento
- Otros

1.4 Aproximadamente que distancia existe entre su casa y el río?

Kilómetros \_\_\_\_\_, No sabe \_\_\_\_\_, No responde \_\_\_\_\_

1.5 A sentido alguna vez los olores del río Acelhuate?

Sí \_\_\_\_\_, En que mes del año? \_\_\_\_\_

No \_\_\_\_\_

## 2.0 Propuesta del bien o servicio ambiental a mejorar.

Se presentarán fotos de la situación crítica de la cuenca.

Lea detenidamente el presente párrafo:

El lugar donde usted reside es jurisdicción del área geográfica de la cuenca del Río Acelhuate, la cual se encuentra altamente contaminada, por lo que día a día la calidad de agua disponible para la sociedad salvadoreña se ve afectada lo que trae como resultado alto porcentaje de enfermedades gastro intestinales, respiratorias y otros problemas de salud y ambiente.

2.1 ¿De quien considera usted es obligación el conservar y manejar sosteniblemente los ríos, bosques, suelos, y otros recursos naturales? ?

2.1.1 sector privado

2.1.4 los contaminadores

2.1.2 gobierno

2.1.5 la población

2.1.6 de otros

2.2 ¿Quién le provee a usted el agua?

2.2.1 ANDA

2.2.2 Propio pozo

2.2.3 Acueducto comunal

2.2.4 Otros

2.3 Marque con una X como considera la cantidad y calidad de agua que usted recibe.

2.3.1 Cantidad: suficiente  abundante  deficiente

2.3.2 Calidad: buena  regular  mala

2.4 ¿cuenta con medidor en su casa?

Sí

No

2.5 ¿Existen meses donde a usted le falta agua?

Sí  cuando \_\_\_\_\_

No

2.6 ¿Cuanto fue la cantidad a pagar por el servicio de agua potable en el último

Mes? \_\_\_\_\_

2.7 Marque con una X el Tipo de tarifa que posee.

Fija (sin medidor)

M<sup>3</sup> por consumo (con medidor)

2.8 ¿Cómo considera el precio que paga por el servicio de agua?

Barato

Adecuado

Caro

### 3.0 Situación planteada

#### Voluntad de pago de la población o valoración del bien.

Proponen mejorar las condiciones degradadas que presentan los recursos naturales de la cuenca Organismos como el Ministerio del Ambiente, FONAES, Fondo Ambiental de El Salvador, ANDA, Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados, Y PAES, Programa Ambiental de El Salvador del río Acelhuate, área que puede ser usada una vez descontaminada, para múltiples actividades que beneficien la calidad de vida.

Según estudios de monitoreo por el PAES, se ha detectado que la problemática de contaminación de la cuenca del río Acelhuate es orgánica biológica ya que supera la norma de vertidos en 38 veces y la cantidad de coliformes fecales presentes. Pues las fuentes de contaminación biológica – orgánico, son ambos las industrias y sectores residenciales (domestico).

Este estudio intenta estimar la voluntad de pago por una sistemas de tratamiento



secundario de aguas negras para reducir contaminación biológica – orgánico. El tratamiento secundario o biológico consiste en la remoción de la carga orgánica que contiene el agua y depende principalmente de los organismos aeróbicos, para la descomposición de los sólidos orgánicos hasta transformarlos en sólidos inorgánicos o sólidos orgánicos estables. Tratamiento secundario logra reducir contaminación biológica – orgánico hasta en un 80 % la carga orgánica del agua.

3.1 En tal sentido ¿cuanto estaría usted dispuesto a pagar mensualmente? A través de su tarifa del agua, impuesto municipal u otro medio \_\_\_\_\_ para destinarlos a tratar las aguas servidas a depositar en la cuenca del Acelhuate, con la finalidad de mejorar la calidad de agua de la misma y la calidad de vida de la población.

No

Si la respuesta fuese negativa marque en las siguientes opciones con una X porque no quiere pagar.

- 1— Incapacidad económica
- 2— No cree en los proyectos institucionales
- 3— No sabe
- 4— No responde
- 5— Las municipalidades y servicios del estado deben pagarlos
- 6— Otros

3.2 Usted siendo salvadoreño ¿cómo considera las acciones institucionales?

Buena  Regular  Mala

3.3 Estaría usted dispuesto a pagar aún más mensualmente en su recibo de agua o municipal para el tratamiento de aguas negras, si las acciones fuesen eficientes.

Sí  No  No sabe  No responde

#### 4.0 Aspectos socioeconómicos

4.1 Es usted jefe de hogar?

Sí

No

4.2 Sexo

Masculino

Femenino

4.3 Edad (mayor de 18 y menor de 65 años)

4.4 Marque con una X ¿Cual de los siguientes valores describe su nivel educativo?

Primaria

Secundaria

Bachillerato

Técnico

Universitario

Posgrado

Otros

4.5 Podría decir porfavor dentro de los siguientes valores ¿ Dentro de qué rangos se encuentran sus ingresos promedios mensuales en colones? ? Recuerde su respuesta es confidencial.

Menor a 1000

De 1000 a 1500

1500 a 2000

2000 a 2500

2500 a 3000

Mayor a 3000

***Muchas gracias por su tiempo y amabilidad al responder la encuesta.***

5.0 Esto debe ser respondido por el encuestador al finalizar la encuesta.

¿Cómo evalúa el desempeño y calidad de la encuesta?

Eficiente

Regular

Deficiente

## ANEXO 8A. FORMATO GENERAL ENCUESTA FINAL.



**CATIE**

### ENCUESTA FINAL CODIFICADA PROGRAMA AMBIENTAL DE EL SALVADOR CUENCA DEL RIO ACELHUATE – GUAZAPA, SAN SALVADOR, EL SALVADOR, C.A.

Nombre del entrevistado-----Teléfono-----Encuestador-----  
----- C.I.P.-----Código de Encuesta: -----Fecha-----  
----- Hora de Inicio-----Hora de Finalización-----  
Municipio-----Colonia-----Calle-----Casa #-----

Estimado señor/señora/señorita. Reciba un cordial Saludo.

Somos Estudiantes del Centro Agronómico Tropical de investigación y Enseñanza(CATIE, Turrialba, Costa Rica). Estamos realizando una encuesta confidencial y de investigación para conocer la opinión de la población que reside en Guazapa, sobre los problemas de calidad del agua de la cuenca del río Acelhuate y su disponibilidad a pagar por tratamiento de aguas servidas (Negras).

Para poder así determinar cuanto valdría para usted el mejoramiento en la calidad de las aguas en el río Acelhuate, recordándole que las aguas negras, industriales y de alcantarillado que bajan por la cuenca del Acelhuate, es uno de los principales causantes de los problemas de olores y salud presentes en la zona. Por lo que nos complacería nos permitiese unos minutos de su valioso tiempo para responder la presente encuesta. No hay respuesta correcta o equivocada, cualquier duda puede preguntar o que le expliquen la pregunta. Sus respuestas son muy importantes para la investigación. Por favor tómese el tiempo necesario que usted requiere. Sin omitir que su información es confidencial. Pues es una tesis de investigación para la maestría en Economía Ambiental del Ing.Cristóbal Mejía Artiga a quien puede consultar en las oficinas de CATIE al 261 20 36 / 261 20 37 y 288 74 45. Gracias.

## 1. Información General del Recurso a Evaluar.

1.1 ¿Cuáles de los siguientes problemas ambientales considera los dos más graves en su comunidad?

- |                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|
| a— 1 Deforestación         | d—1 Erosión del suelo      |
| b— 1 Escasez de agua       | e—1 Contaminación del aire |
| c—1 Contaminación de aguas |                            |

1.2 ¿Quiénes de los siguientes sectores considera son los dos que más contaminan los ríos?

- |                        |                     |
|------------------------|---------------------|
| a— 1 Sector comercial  | d—1 Sector Agrícola |
| b— 1 Sector Industrial | e—1 Sector Pesquero |
| c—1 sector domestico   |                     |

1.3 En orden de importancia con un rango de 1 a 3, en donde uno es lo mejor y tres lo peor para ¿Cual de las siguientes actividades le gustaría que usen los ríos cercanos a su comunidad?

- |                             |                |
|-----------------------------|----------------|
| a—1 Recreación              | d—4 Lavar ropa |
| b—2 reserva de agua potable | e—5 Pesca      |
| c—3 Riego y abrevamiento    |                |

1.4 ¿Aproximadamente que distancia existe entre su casa y el río Acelhuate?

###  
Kilómetros-----, No responde-----

1.5 ¿Considera usted que los olores del río Acelhuate y sus afluentes es un problema?

Muy de acuerdo—1—, De acuerdo—2—, No de acuerdo —3—

## 2.0 Propuesta del bien o servicio ambiental a mejorar.

Se presentarán fotos de la situación crítica de la cuenca.

Lea detenidamente el presente párrafo:

El lugar donde usted reside es jurisdicción del área geográfica de la cuenca del Río Acelhuate, la cual se encuentra altamente contaminada, por lo que día a día la calidad de agua disponible para la sociedad salvadoreña se ve afectada, lo que trae como resultado alto porcentaje de enfermedades gastro intestinales, respiratorias y otros problemas de salud y ambiente.

2.1 ¿ Marque con una X uno de los cuales considera usted es obligatorio el conservar y manejar sosteniblemente los ríos, bosques, suelos, y otros recursos naturales?

- 2.1.1 Sector privado 1  2.1.4 Los contaminadores  4  
 2.1.2 Gobierno 2  2.1.5 La población  5  
 2.1.3 De otros 3

2.2 ¿Quién le provee a usted el agua?

2.2.1 ANDA  1

2.2.2 Acueducto Comunal  2

2.2.3 Pozo propio  3

2.3 Marque con una X como considera la cantidad y calidad de agua que usted recibe.

2.3.1 Cantidad: suficiente <sup>1</sup>  abundante <sup>2</sup>  deficiente <sup>3</sup>

2.3.2 Calidad: buena <sup>1</sup>  regular <sup>2</sup>  mala <sup>3</sup>

2.4 ¿Existen meses donde a usted le falta agua?

Sí  1 ¿qué meses?—ENE —A— DEC—

No  0

2.5 ¿Cuenta con medidor en su casa?

Sí  1

No  0

2.6 Marque con una X el Tipo de tarifa que posee.

Fija (sin medidor)  1

M<sup>3</sup> por consumo (con medidor)  2

2.7 ¿Cuanto fue la cantidad a pagar por el servicio de agua potable en el último

\$  
Mes? \_\_\_\_\_

2.8 ¿Cuánto paga usted por metro cúbico de agua consumido mensualmente?

M<sup>3</sup> xxx, Colones xxx, Código de tarifa 01-01

### 3.0 Situación planteada

#### Voluntad de pago de la población o valoración del bien.

Según estudios de monitoreo por el PAES, se ha detectado que la problemática de contaminación de la cuenca del río Acelhuate es orgánica biológica ya que supera la norma de vertidos en 38 veces y la cantidad de coliformes fecales presentes. Pues las principales fuentes de contaminación orgánica - biológica, son las industrias y sector residencial (doméstico).

Este estudio intenta estimar la voluntad de pago para un sistema de tratamiento secundario de aguas negras para reducir la contaminación orgánica - biológica. El tratamiento secundario o biológico consiste en la remoción de la carga orgánica que contiene el agua y depende principalmente de los organismos aeróbicos, para la descomposición de los sólidos orgánicos hasta transformarlos en sólidos inorgánicos o sólidos orgánicos estables. Con el Tratamiento secundario se logra reducir la contaminación orgánica - biológica hasta en un 80 % de la carga orgánica del agua.

3.1 ¿ Está usted dispuesto a participar en este tipo de estudio?

Sí 1 No 0

3.2. Pagaría Ud. una cuota fija adicional en su recibo de agua de 40 colones al mes para una sistema de plantas de tratamiento secundarios en la cuenca de río Acelhuate?

Sí 1

No 0

### 3.3

Si 3.2 es "SI" estaría Ud. dispuesto a pagar 80 colones adicionales cada mes?

Sí 1 NO 0

Si 3.2 es "NO", estaría Ud. dispuesto a pagar 20 colones adicionales cada mes?

SÍ 1 NO 0

3.4 Si la respuesta a 3.2 Y/O 3.3 es "NO" ¿ Marque con una X cual sería la razón?

3.4.1 Dificultad económica.  1

3.4.2 No creo que la gente debe pagar para mejoramientos ambientales  2

3.4.3 No creo que los mejoramientos ambientales sean tan valerosos  3

3.4.4 No creo en este tipo de estudios  4

3.4.5 No creo en las instituciones que implementan estos proyectos  5

3.5 ¿Considera usted que las políticas institucionales para el tratamiento de aguas servidas en El Salvador Tienen un efecto negativo en su voluntad de pago?

1  
Sí \_\_\_\_\_

0  
No \_\_\_\_\_

3.3 ¿Considera usted que su voluntad de pago sería mejor si los tratamientos de aguas servidas fueran dados por empresas privadas?

1  
Sí \_\_\_\_\_

0  
No \_\_\_\_\_

#### 4.0 Aspectos socioeconómicos

4.1 Es usted jefe de hogar?

Sí  1

No  2

4.2 Sexo

Masculino  1

Femenino  2

4.3 ¿cuantas personas viven en esta casa?-----~~xxxx~~-----

xxxx  
4.3 Edad-----años

4.4 Marque con una X ¿Cual de los siguientes valores describe su nivel educativo?

a)Primaria  1

b)Secundaria  2

c)Bachillerato  3

- d) Técnico  4  
e) Universitario  5  
f) Posgrado  6  
g) Otros  7

4.5 ¿ Pertenece a algún grupo u organización ambiental?

Sí  1

No  0

4.6 Podría decir porfavor dentro de los siguientes valores ¿ Entre qué rangos se encuentran sus ingresos promedios mensuales en colones? ? Recuerde su respuesta es confidencial.

- a) Menor a 1000  1  
b) De 1000 a 1500  2  
c) 1500 a 2000  3  
d) 2000 a 2500  4  
e) 2500 a 3000  5  
f) Mayor a 3000  6

***Muchas gracias por su tiempo y amabilidad al responder la encuesta.***

5.0 Esto debe ser respondido por el encuestador al finalizar la encuesta.

¿Cómo evalúa el desempeño y calidad de la encuesta?

- Eficiente  1  
Regular  2  
Deficiente  3



**Anexo 9A. Total de variables incluidas en la encuesta.**

# Correlativo	Variable Abreviada	Definición	Valores codificados
1	Cuest	Cuestionario	1,2,3.....250
2	Defores	Deforestación	1
3	Escagua	Escasez de agua	1
4	Contamin	Contaminación de aguas	1
5	Erosuelo	Erosión del suelo	1
6	Contaire	Contaminación del aire	1
7	Seccomer	Sector comercial	1
8	Secindus	Sector industrial	1
9	Secdomes	Sector domestico	1
10	Secagric	Sector agrícola	1
11	Secpesca	Sector pesquero	1
12	Recreac	Recreación	1
13	Raguapot	Reserva de agua potable	2
14	Rieabrev	Riego y Abrevamiento	3
15	Lavaropa	Lavar ropa	4
16	Pesca	Pesca	5
17	DistKms	Distancia en Kms	xxxxxxx
18	Probolor	Problema con olores	1,2,3.
19	Conmjari	Conservar y manejar ríos	1,2,3,4,5.
20	Quinprov	Quien provee servicio de agua	1,2,3.
21	Cantidad	Cantidad de agua	1,2,3.
22	Calidad	Calidad de agua	1,2,3.
23	Mesfatag	Meses que falta el agua	1/0
24	Ene	Enero	1/0
25	Feb	Febrero	1/0
26	Mar	Marzo	1/0
27	Abr.	Abril	1/0
28	May	Mayo	1/0
29	Jun	Junio	1/0
30	Jul	Julio	1/0
31	Agt	Agosto	1/0
32	Sep	Septiembre	1/0
33	Oct	Octubre	1/0
34	Nov	Noviembre	1/0
35	Dec	Diciembre	1/0
36	Tienedor	Tiene medidor	1/0
37	Tipotari	Tipo de tarifa que posee	1,2.
38	Pagomes	Pago mensual	xxxxxxx
39	Mtscubic	Metros cúbicos	xxxxxxx
40	Colones	Colones	xxxxxxx
41	Coditari	Código de tarifa	01-01
42	Estrato	Estratos	1 / 2
43	Partpaci	Participa en el estudio	1 / 0
44	BID	Bids	5,10,20,30,40.
45	Adicnale	Bids Adicionales	1 / 0
46	SI B1 SI B2	Bids mayores	1 / 0
47	NoB2 SI B3	Bids menores	1 / 0
48	Casnopag	Causas por las que no paga	1,2,3,4,5.
49	Polifect	Políticas tienen efecto	1 / 0
50	Emprivad	Empresas privadas	1 / 0
51	Eseljefe	Es el jefe de hogar	1 / 0
52	Sexo	sexo	1 / 2
53	Personca	Personas que viven en casa	xxxxxxx
54	Edad	Edades	xxxxxxx
55	Niveledu	Nivel educativo	1,2,3,4,5,6,7.
56	Pergramb	Pertenece grupo ambiental	1 / 0
57	Ingrepro	Ingreso promedio	1,2,3,4,5,6.
58	Evaencue	Evaluación de la encuesta	1,2,3.

**ANEXO 10A. RESULTADOS MATRIZ DE CORRELACIÓN Y DIAGNOSTICO DE COLINEALIDAD**

Correlation Matrix for Listed Variables

	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8
X1	1.00000	-.61556	.25110	-.03586	.05452	.36907	-.12981	-.10315
X2	-.61556	1.00000	-.33135	-.01691	-.10173	-.54672	.23788	.03052
X3	.25110	-.33135	1.00000	.11144	.07942	.09858	.10622	-.08071
X4	-.03586	-.01691	.11144	1.00000	.64793	-.00436	.15065	-.03415
X5	.05452	-.10173	.07942	.64793	1.00000	.06506	.09882	-.05047
X6	.36907	-.54672	.09858	-.00436	.06506	1.00000	-.24470	.03866
X7	-.12981	.23788	.10622	.15065	.09882	-.24470	1.00000	.06530
X8	-.10315	.03052	-.08071	-.03415	-.05047	.03866	.06530	1.00000
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8
X9	.03191	-.17590	.13184	-.10060	-.02631	.03503	.00093	-.04441
	X9							
X9	1.00000							

Collinearity Diagnostics

Number	Eigenvalue	Condition Index	Var Prop INTERCEP	Var Prop BID	Var Prop INGREPRO	Var Prop ESELJEFE
1	3.30837	1.00000	0.0075	0.0175	0.0218	0.0171
2	0.38295	2.93926	0.0009	0.2873	0.4640	0.0000
3	0.24697	3.66005	0.0001	0.2015	0.2141	0.5753
4	0.06172	7.32144	0.9915	0.4937	0.3000	0.4076

- X1= Constante
- X2= Bid
- X3= Posee medidor
- X4= Pago mensual
- X5= Metros cúbicos
- X6= Jefe de hogar
- X7= Sexo
- X8= Nivel educativo
- X9= Ingreso promedio

# ANEXO 11 A. RESULTADOS DEL MODELO DICOTÓMICO SIMPLE

```

+-----+
| Multinomial Logit Model
| Maximum Likelihood Estimates
| Dependent variable           X1
| Weighting variable           ONE
| Number of observations       158
| Iterations completed         6
| Log likelihood function      -71.35089
| Restricted log likelihood    -107.0231
| Chi-squared                  71.34440
| Degrees of freedom           3
| Significance level           .0000000
+-----+

```

```

+-----+
|Variable | Coefficient | Standard Error |b/St.Er.|P[|Z|>z] | Mean of X|
+-----+
|
| Characteristics in numerator of Prob{Y = 1}
| Constant  2.295812205  .74234413  3.093  .0020
| X2        -.1756332130  .31103334E-01  -5.647  .0000  16.202532
| X6        .1686060349  .49732716  .339  .7346  .58227848
| X9        -.1396182231  .15247231  -.916  .3598  1.7658228
+-----+

```

Matrix Cov.Mat. has 4 rows and 4 columns.

	1	2	3	4
1	.5511	-.0181	-.2618	-.0575
2	-.0181	.0010	.0070	.0008
3	-.2618	.0070	.2473	.0051
4	-.0575	.0008	.0051	.0232

--> calc:list;means1=- (b(1)/b(2))\$

MEANSPI = .13071629024401100D+02 = 13.07

# ANEXO 12A. RESULTADOS DEL MODELO CON LA PRUEBA DE RANGO (SCOPE)

```

+-----+
| Multinomial Logit Model
| Maximum Likelihood Estimates
| Dependent variable           X1
| Weighting variable          ONE
| Number of observations       198
| Iterations completed         6
| Log likelihood function      -93.11866
| Restricted log likelihood     -131.8506
| Chi-squared                  77.46381
| Degrees of freedom           4
| Significance level            .0000000
+-----+

```

```

+-----+-----+-----+-----+-----+
|Variable | Coefficient | Standard Error |b/St.Er.|P[|Z|>z] | Mean of X|
+-----+-----+-----+-----+-----+
|
| Characteristics in numerator of Prob[Y = 1]
Constant  1.615050451  .66571601  2.426  .0153
X2        -.1583149485  .29224989E-01  -5.417  .0000  21.060606
X6        .8252893878  .40628288  2.031  .0422  .53030303
X9        -.1279060852  .15270178  -.838  .4022  1.6565657
X10       3.551966632  .87585431  4.055  .0001  .20707071

```

Matrix Cov.Mat. has 5 rows and 5 columns.

```

      1          2          3          4          5
+-----+-----+-----+-----+-----+
1|      .4432      -.0145      -.1656      -.0552      .2711
2|     -.0145      .0009      .0036      .0007      -.0221
3|     -.1656      .0036      .1651      .0032      -.0537
4|     -.0552      .0007      .0032      .0233      -.0023
5|      .2711      -.0221      -.0537      -.0023      .7671

```

```

--> calc; list; meansl1=-(b(1)/b(2))$
MEANSL1 = .10201503180804360D+02 = 10.20

```

# ANEXO 13A. RESULTADOS DEL MODELO CON VARIABLES BINARIAS ( DUMMY)

```

+-----+
| Multinomial Logit Model                |
| Maximum Likelihood Estimates           |
| Dependent variable                     ADIC1 |
| Weighting variable                     ONE   |
| Number of observations                  460   |
| Iterations completed                   12    |
| Log likelihood function                 -217.4044 |
| Restricted log likelihood               -280.1451 |
| Chi-squared                            125.4815 |
| Degrees of freedom                     14    |
| Significance level                      .0000000 |
+-----+

```

Variable	Coefficient	Standard Error	b/St. Er.	P[ Z >z]	Mean of X
Characteristics in numerator of Prob[Y = 1]					
Constant	1.512095162	.66139049	2.286	.0222	
BID1	-.1221802944	.16245190E-01	-7.521	.0000	18.886957
D1	-1.652553753	.34815694	-4.747	.0000	.18043478
D2	-.8024774000	.27235818	-2.946	.0032	.31956522
CONMJARI	.1244709214E-01	.86987993E-01	.143	.8862	3.4913043
TIENEDOR	.6826854499	.36849245	1.853	.0639	-7.8434783
NIVELEDU	.2556883573E-03	.71627805E-03	.357	.7211	-32.330435
PERGRAME	.1131475205E-02	.10688172E-02	1.059	.2898	-39.069565
INGREPRO	-.2827439197E-03	.68081894E-03	-.415	.6779	-33.139130
ESELJEFE	-.7442616406	.28770559	-2.587	.0097	.76086957
EMPRIVAD	.9192595522E-03	.14687988E-02	.626	.5314	-3.9304348
PAGOMES	.2349620434E-03	.54029418E-03	.435	.6637	6.2608696
MTSCUBIC	.7659169516E-03	.74582944E-03	1.027	.3045	.94347826
SEXO	.3855607530E-01	.22352533	.172	.8631	1.3695652
SCOPE	.6934706488	.49627489	1.397	.1623	.13043478

## ANEXO 14A. RESULTADOS DEL MODELO DICOTÓMICO DOBLE

```

+-----+
| User Defined Optimization
| Maximum Likelihood Estimates
| Dependent variable           Function
| Weighting variable           ONE
| Number of observations       158
| Iterations completed         9
| Log likelihood function      190.8850
| Restricted log likelihood     .0000000
| Chi-squared                  381.7699
| Degrees of freedom           4
| Significance level           .0000000
+-----+

```

```

+-----+
|Variable | Coefficient | Standard Error |b/St.Ex. |P{|Z|>z} |
+-----+
B0        -1.995689972  .47682317    -4.185    .0000
B11       1.697981602  .14215688    11.944    .0000
B12       1.005050641  .40377285     2.489    .0125
B16       -.3159580690  .12120814    -2.607    .0091

```

Matrix Cov.Mat. has 4 rows and 4 columns.

```

      1          2          3          4
+-----+
1      0.22736      -0.0348158      -0.145611      -0.0175544
2      -0.0348158      0.0202086      0.0131123      -0.0042949
3      -0.145611      0.0131123      0.163033      -0.00232559
4      -0.0175544      -0.0042949      -0.00232559      0.0146914

```

```

--> calc:list;meanFINALdb=-10*(b(1)/b(2))$
MEANFINA= .11753307389240080D+02 = 11.75

```